



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria Curtiembre Huachipa - 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Jesús Agustín Muñiz Rondan

ASESOR:

Dr. Elmer G. Benites Alfaro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de residuos

LIMA – PERÚ

2016- II

.....
Dr. Delgado Arenas Antonio Leonardo
Presidente

.....
Dr. Cuellar Bautista José Eloy
Secretario

.....
Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
Vocal

Dedicatoria

A Dios, por guiarme cada día.
A mi familia por su comprensión y apoyo

Agradecimiento

Esta investigación fue posible por la valiosa colaboración de muchos docentes de la Universidad Cesar Vallejo Lima Este y personas quienes con sus valiosos aportes, contribuyeron a la culminación del mismo.

Mi agradecimiento especial a mí asesor Dr. Elmer Gonzales Benítez Alfaro, por su incondicional Apoyo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Jesús Agustín Muñiz Rondan con DNI N° 72403889 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de arquitectura e Ingeniería Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 01 de Diciembre del 2016

PRESENTACION

Señores

Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria Curtiembre Huachipa – 2016” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

RESUMEN

Esta investigación ha tenido como objetivo general determinar la eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre – Huachipa 2016.

La investigación fue de tipo explicativo, cuyo diseño de estudio es pre experimental, pues se modifican las variables de estudio, así mismo se utiliza el enfoque cuantitativo. El instrumento usado es la ficha de observación , el cual fue aplicado a una muestra de 20 litros de agua residual de la industria curtiembre en el distrito de Huachipa , el procesamiento estadístico se realizó mediante el programa Excel 2013 y el programa SPSS v21.

La conclusión a la que se llegó es que los resultados demuestran que el biosorbente de coronta de maíz es altamente eficiente para tratar aguas residuales de la industria curtiembre, el cual obtuvo un porcentaje de remoción de 83.5% con el tratamiento T1, a 60 min de tiempo de contacto con 100 r.p.m. Los resultados fueron analizados con la prueba de T de Student para muestras relacionadas encontrando un nivel de significancia de $p=0.000$, entonces se concluye aceptando la hipótesis alterna, confirmando que el biosorbente de coronta de maíz influye directamente en la reducción de la concentración de Cromo Hexavalente en la muestra de efluente de agua residual de la industria curtiembre.

Palabras Claves: Adsorción, coronta de maíz, cromo hexavalente, biosorbente.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the efficiency of corn biosorbent for the adsorption of Hexavalent Cr in waste water from the tannery industry - Huachipa 2016.

The research was of an explanatory type, whose study design is pre-experimental, because the study variables are modified, as well as the quantitative approach. The instrument used is the observation sheet, which was applied to a sample of 20 liters of waste water from the tannery industry in the Huachipa district. Statistical processing was performed using the Excel 2013 program and the SPSS v21 program.

The conclusion reached is that the results show that the corn biosorbent is highly efficient to treat wastewater from the tannery industry, which obtained a removal rate of 83.5% with the T1 treatment, at 60 min of Contact time with 100 r.p.m. The results were analyzed with the student T test for related samples finding a level of significance of $p = 0.000$, then it is concluded accepting the alternative hypothesis, confirming that the maize crown biosorbent directly influences the reduction of the concentration of Hexavalent Chromium In the wastewater effluent sample of the tannery industry.

Key words: Adsorption, crown of corn, hexavalent chromium, biosorbent.

ÍNDICE

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de Autenticidad	v
Presentación	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
índice	ix
índice de tablas	x
índice de gráficos	xi
Índice de anexos	xii
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática	13
1.2 Trabajos previos	14
1.3 Teoría relacionada	19
1.4 Formulación del problema	32
1.5 Justificación del estudio	33
1.6 Hipótesis	34
1.7 Objetivo	34
2. MÉTODOLOGIA	36
2.1 Diseño de investigación	36
2.2 Variables, operacionalización	37
2.3 Población y muestra	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.5 Métodos de análisis de datos	46
3. Resultados	47
4. Discusión	59
5. Conclusión	63
6. Recomendaciones	64
7. Referencias	65
8. Anexos	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de Variables	37
Tabla 2	Prueba de normalidad	39
Tabla 3	Prueba estadística para muestras relacionadas	40
Tabla 4	Obtención del P valor para muestras relacionadas	41
Tabla 5	Características fisicoquímicas de coronta de maíz.	43
Tabla 6	Determinación de lignina	43
Tabla 7	Correspondencia absorbancia-Concentración	44
Tabla 8	Análisis fisicoquímicos de la coronta de maíz C1	47
Tabla 9	Análisis fisicoquímicos de la coronta de maíz C2	48
Tabla 10	Análisis fisicoquímicos de la coronta de maíz C3	49
Tabla 11	Resultado de determinación de Lignina	50
Tabla 12	Condiciones iniciales del efluente industrial de curtiembre previo a los tratamientos	51
Tabla 13	Resultados después de tratamientos: T1	53
Tabla 14	Resultados después de tratamientos. T2	54
Tabla 15	Resultados después de tratamientos. T3	55

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1:	Curva de calibración de Cr (VI)	45
Grafico 2:	Comparación de concentración inicial de Cr (VI) con LMP	52
Grafico 3:	Concentración de Cr (VI) (mg/L) después de tratamiento T1	53
Grafico 4:	Concentración de Cr (VI) (mg/L) después de tratamiento T2	54
Grafico 5:	Concentración de Cr (VI) (mg/L) después de tratamiento T3	55
Grafico 6:	Concentración de Cr (VI) después de tratamientos con respecto al tiempo de contacto para los 03 tratamientos.	56
Grafico 7:	Eficiencia de adsorción del mejor tratamiento (T1)	57
Grafico 8:	Comparación de concentración inicial , final y LMP del Cr VI	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Instrumento de recolección de datos (ficha de observación) – Variable independiente.	70
Anexo 2:	Instrumento de recolección de datos (ficha de observación) – Variable dependiente.	71
Anexo 3:	Fichas de validación de datos.	72
Anexo 4:	Matriz de consistencia.	82
Anexo 5:	Panel Fotográfico. Descripción maíz	83
Anexo 6:	Resultados de análisis de muestras	88

INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad, la contaminación de aguas por metales pesados es uno de los problemas de carácter ambiental que causa mayor preocupación en el país y en el mundo. La gran mayoría de metales tóxicos, también llamados metales pesados, estos se encuentran están vinculados de manera directa así como indirectamente a las actividades humanas. Industrias como la fundición de metales, minería, curtiembre, industrias papeleras, fertilizantes, galvanoplastia, pinturas, etc. producen residuos que contienen metales pesados, estos debido a una mala gestión ambiental terminan contaminando el medio ambiente, es así que los metales pesados pueden ser acumulados o trasladados a sitios alejados del punto donde se originaron, causando un impacto ambiental negativo al medio ambiente.

La industria del cuero curtido abarca grandes problemas en el país, el uso de tecnologías antiguas, ubicación de las empresas, falta de capacitación al personal, baja calidad del cuero dificulta el cumplimiento de los estándares internacionales de exportación, por ello muchas curtiembres que eran formales cerraron y los empleados que laboraban en la formalidad reaparecieron con curtiembres informales

En el del distrito de Huachipa hay gran cantidad de empresas Curtiembres, las cuales generan descargas de efluentes con altos contenidos de cromo (VI), en la etapa del curtido se utiliza Sulfato de cromo el cual es remojado junto con las pieles, estas pieles solo retienen un porcentaje de 60% hasta 70% de sulfato de cromo, lo restante que viene hacer de 30% a 40% se junta con los efluentes y es vertido al alcantarillado o en algunos casos al Rio Huaycoloro ,dando así origen y a un grave problema ambiental. Por ello, es necesario que se desarrollen nuevas tecnologías que ayuden a mejorar el control de efluentes de curtiembres, estas tecnologías tienen que ser capaces de extraer metales contaminantes presentes en sus efluentes para así minimizar el impacto ambiental causado y

poder alcanzar límites aceptables para la calidad de agua según la normativa vigente.

Los metales pesados presentes en el agua causan severos daños a la vida acuática, así mismo reducen la cantidad de organismos biológicos que son empleados en los tratamientos de las aguas, lo que ocasiona que el proceso de purificación decaiga y sea más costoso.

El metal cromo es muy tóxico ya que no se puede degradar, sólo sufre procesos en los cuales logra transformarse o retirarse del medio. Debido a esto, las tecnologías y métodos convencionales de este ion metálico requieren de costos más elevados y tecnologías más eficientes. Las sales de estos metales como sulfato de cromo que se utiliza en el curtido de cueros, se terminan disolviendo en el agua y por ello no es fácil poder separar el ion metálico mediante métodos convencionales.

Una buena opción para tratar estos efluentes es la técnica de la biosorción, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un biosorbente a base de coronta de maíz, ya que sus residuos pueden ser aprovechados para la preparación de este biosorbente, conforme a estudios realizados por **JARAMILLO, D (2012)**, **CORTES, J (2015)**, ya que es un método económico y amigable con el medio ambiente para el tratamiento de metales pesados el cual puede ser aplicado para realizar el proceso de extracción del ion metálico de las aguas residuales de la industria de cuero curtido.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

En Bogotá, Colombia, **JARAMILLO, D (2012)** realizó una investigación en la Universidad De América, cuyo título fue “Evaluación de la remoción de Cromo (III) proveniente de las aguas residuales de las curtiembres por el proceso de adsorción a partir de zuro de maíz como material adsorbente esta investigación tuvo la finalidad de evaluar la capacidad de retención del cromo (III), esto lo realizó siguiendo un diseño de experimento en el cual seleccionaron variables

como concentración de cromo (III), pH de la solución, y como variable de respuesta el porcentaje de remoción del ion contaminante. El zuro de maíz se tritura en pequeños trozos ,luego se elimina la humedad a una temperatura de 100°C durante 24 horas , luego se muele y tamiza a un tamaño de partícula de 250 µm, este tratamiento se lleva a cabo con el propósito de incrementar el área superficial de contacto, facilitando así el proceso de transferencia de masa, la capacidad de adsorción se determina mediante ensayos de adsorción en concentraciones de 20 , 40 , 60 , 80 y 100 mg/L a partir de cloruro de cromo (III), el pH inicial de las soluciones se ajusta teniendo en cuenta las condiciones óptimas resultantes del diseño experimental, las biosorciones se realizan en modo Batch, empleando 50 mL de solución y 1.0 ± 0.0003 g en cantidad de biosorbente. Para establecer el tiempo de equilibrio se realizan lecturas de concentración del ion metálico en solución con respecto al tiempo. El autor concluyó que el material evaluado como adsorbente representa una capacidad de remoción de 68.49%, el cual se logra cuando el pH de la solución se encuentra en un valor moderadamente ácido. El zuro de maíz resulta ser una opción viable para usarse como absorbente altamente económico para remover cromo (III) en medio acuoso.

En México **CORTES, J (2015)** en su tesis para obtener el grado de licenciada en ciencias ambientales en la Universidad Autónoma del estado de México realizó un trabajo de investigación cuyo título fue “Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente, utilizando olote de maíz” con la finalidad de llevar a cabo una bioadsorción del Cr (VI) presente en soluciones sintéticas, utilizando un sistema de filtración biológica con olote de maíz, este estudio se realizó en el pueblo de San Lorenzo Huitzilapan. El olote de maíz fue seleccionado y paso por un proceso de secado natural durante 2 semanas, estuvo expuesto al sol durante 4 horas diarias, para que así pierda toda la humedad, luego el olote de maíz fue triturado de forma homogénea. El sistema de biofiltración fue construido en dos etapas, en la que cada una contenía el biomaterial adsorbente, las soluciones preparadas fueron de diferentes concentraciones de Cr (VI) y se hicieron pasar por el sistema de doble filtración, luego del tratamiento el Cr (VI) se cuantificó las soluciones obtenidas, utilizando la

técnica de espectrofotometría de UV y absorción atómica, mediante este proceso se llegó a la conclusión que las propiedades químicas del biomaterial permitieron la reducción de Cromo Hexavalente a Cromo Trivalente a través de un cambio de oxidación y no como adsorción, como se pensaba.

En Lima, Perú **DIAZ, C, MEDINA, R, NAVARRO, A, LLANOS, B (2013)** en su estudio científico desarrollaron una investigación denominada “Estudio de la biosorción de Cromo (VI) con quitosano cuaternario reticulado para su aplicación en biorremediación de aguas contaminadas” los parámetros que se evaluaron en este estudio son los la capacidad de adsorción del ion, el adsorbente, pH, masa de adsorbente, concentración del ion, cinética de adsorción, y fuerza iónica., los análisis de las concentraciones de Cromo hexavalente se realizaron por el método de espectrofotometría de adsorción atómica, se llegó a la conclusión de que el adsorbente seleccionado quitosano cuaternario, tiene la capacidad de adsorber cromo (VI), con una alta eficiencia y tiene una capacidad máxima de adsorción de 208,3 mg. Y un porcentaje de remoción de 68.2%, La cantidad de adsorbente influye en la capacidad de adsorción, los resultados demostraron que con menor cantidad de adsorbente la adsorción es más eficiente. El pH de la solución muestra determinada influencia en la capacidad de adsorción, siendo el óptimo a un pH de 4,5.

En Toluca, México **VALLEJO, V, RODRIGUEZ, L, BARRIENTOS, B, FERNANDEZ, S (2008)** desarrollaron una investigación titulada “Sorción de cadmio de soluciones acuosas con rastrojo de maíz modificado químicamente”. Se investigó la sorción de cd a pH 6 con rastrojo de maíz modificado químicamente con ácido sulfúrico, el rastrojo se molo y tamizo para obtener partículas con tamaños en el intervalo de 0.425 a 500nm. El material fue modificado poniéndolo en contacto durante 3 horas con ácido sulfúrico y se agito a 300 r.p.m., luego se lavó el sólido 4 veces con agua corriente para llevarlo a pH 7, luego se secó en una estufa a 40°C, en un tiempo de 6 horas. Además, se prepararon soluciones sintéticas a partir de una solución patrón de 1000 mg/L de la marca Merck, las soluciones resultantes después de la parte experimental fueron analizadas mediante espectrofotometría de adsorción atómica, se

determinó que la mazorca de maíz modificada químicamente es un sorbente adecuado para la remoción de cadmio debido a que aumento el porcentaje de lignina de 77% a 91% de soluciones acuosas a pH 6. Así mismo, se determinó que el tiempo de equilibrio para la adsorción se obtiene a los 120 minutos de tiempo de contacto y la capacidad de sorción es de 6,32 mg/g. Se concluyó también que la constante de sorción es superior a la de otros desechos inertes como cascara de café, cascara de nuez.

En México **NETZAHUATL A., PINEDA GABRIELA, BAGARRAM. B, URBINA. ELISEO (2010)**, Ejecutaron una investigación titulada “Remoción de cromo Hexavalente por la corteza de *Pyrus Communis*” cuyo objetivo principal fue evaluar la remoción de cromo hexavalente por la corteza *Pyrus Communis*, en la investigación se tomaron muestras de corteza de *Pyrus Communis*, se lavaron con agua des ionizada y se deshidrataron en un horno a 60°C durante 24 horas, posteriormente se molieron en un molino de martillos y los sólidos resultantes se tamizaron para obtener partículas con un tamaño de 0.3 a 0.5 mm, la remoción de Cr (VI), y cromo total se llevó a cabo en matraces Erlenmeyer que contenían solución de cromato de potasio a pH 2 y partículas de la corteza de *Pyrus Communis* con concentraciones iniciales de 102mg de Cr (VI), los matraces se mantuvieron en agitación constante (150 r.p.m.) a 28°C, la concentración de Cr (VI) se cuantifico por el método de la 1,5-difenicarbohidrazida y se encontró que en las primeras 24 horas de contacto la corteza fue capaz de disminuir la concentración de Cr (VI) con un porcentaje de remoción de 73.5%, estos resultados indicaron que la corteza de *Pyrus Communis* fue capaz de biotransformar el Cr (VI), las capacidades de remoción se incrementaron progresivamente a medida que aumento el tiempo de contacto, el modelo de pseudo-segundo orden describió la cinética de biosorción de cromo, lo que sugiere que el mecanismo cinético de remoción del cromo es la quimisorción.

En la ciudad de Cuzco, Perú **MALDONADO. A, LUQUE. C , URQUIZO , D (2011)** realizaron una investigación cuyo título fue “Biosorción de plomo de aguas contaminadas utilizando *Pennisetum Clandestinun Hochst* (Kikuyo), en la cual investigaron la adsorción de plomo en aguas simuladas con 30 ppm de Pb,

utilizando Kikuyo como biosorbente, preparado mediante un proceso de hidrólisis ácida seguido de una hidrólisis básica, el proceso de adsorción se realizó en una prueba de jarras donde se estudiaron las variables independientes, dosis del biosorbente, velocidad de agitación, pH y como variable de respuesta la capacidad de adsorción, en este estudio se logró una capacidad máxima de adsorción de 139.35 mg/g con 0.06 g de dosis de biosorbente, a una agitación de 100 r.p.m. y pH 6.

En la ciudad de Quito, Colombia **ANDRANGO, D (2011)**, realizó una investigación en la universidad Politécnica Salesiana Sede Quito , para optar el Título de Ingeniero en Biotecnología de los recursos naturales, cuyo tema título es “Estudio isotérmico de biosorción de Cromo y Cadmio en solución acuosa utilizando residuos de césped” Para la preparación del biosorbente se utilizó césped de jardín, al cual se le sometió a secado a una estufa durante 15 días a una temperatura de 60°C, la muestra fue molida y tamizada hasta obtener un tamaño uniforme de 710 µm, se prepararon seis vasos de precipitación de 200mL, se colocó 100mL de solución de 1,0 ppm de Cromo , a cada vaso se agregó 1 g de biosorbente, se ajustó el pH a las soluciones a 3, 4, 5, 6, 7, 8, utilizando búfer de HNO₃, NaOH 0,1 M, las soluciones se agitaron durante 2 horas, luego fueron filtradas, utilizando la solución resultante para determinar la capacidad de biosorción de cromo en función del pH, se obtuvo como resultado que el pH óptimo de biosorción fue de 4 en un tiempo de 60 min, se pudo retener un máximo de 1250 mg de cromo por cada gramo de biosorbente.

En México, **ACOSTA, LÓPEZ. V , CORONADO , ELIDA , CÁRDENAS , MARTÍNEZ , (2010)** Realizaron una investigación titulada “Remoción de cromo (VI) , en solución acuosa por la biomasa de la cascara de Tamarindo” en la cual se estudió la capacidad de remoción de Cromo (VI) , en solución por cascara de tamarindo, la cascara de tamarindo se lavó con agua tridesionizada en agitación constante durante 72 horas, con cambios de agua cada 12 horas, posteriormente se hirvió una hora para eliminar los restos del fruto y se secó durante 12 h en una estufa, se molió en una licuadora y se guardó en frascos ámbar hasta su uso, se preparó una solución de 100 mg/L de concentración de Cromo (VI), se in introdujo

1g de cascara de tamarindo para que sea mezclada en un matraz Erlenmeyer con la solución de 100 mg/L de Cr (VI) y se incubaron a 28 °C a 100 r.p.m., posteriormente se filtró y se analizó utilizando el método colorimétrico de la difenilcarbazida, encontrando que la remoción total del metal 50mg/L ocurre a los 30 min a pH, de 1.0 y 28°C.

1.3 TEORIA RELACIONADA

Contaminantes del agua:

OROZCO (2003), Menciona que la clasificación de los contaminantes del agua, puede darse de diferentes formas y los clasifica como: Agentes físicos (Calor), Compuestos químicos inorgánicos (Sales, ácidos, bases, metales, no metales, elementos radioactivos, gases, especies minerales), Compuestos Químicos orgánicos: (Pesticidas, aceites y grasas, aminoácidos, proteínas, jabones, detergentes, hidrocarburos, etc.), Bionutrientes: (Compuestos nitrogenados, compuestos fosforados. , Microorganismos: (Bacterias, virus, hongos, algas.)

Compuestos tóxicos:

OROZCO (2003), Clasifica los compuestos tóxicos más importantes en las aguas de la siguiente manera: Carácter inorgánico: (Metales pesados), Microorganismos Orgánicos: (Fenoles, cloro fenoles, pesticidas, PCBs, HAPs.), Elementos Radioactivos, Microorganismos Patógenos: (Bacterias, virus, protozoos, hongos.

Metales Pesados:

Los metales pesados son elementos químicos con densidades superiores a 5 gr/cm³, pesos atómicos mayores a 44,956 y números atómicos superiores a 20, excepto los elementos de los grupos alcalino, alcalinotérreo, lantánidos y actínidos. Los metales pesados se pueden clasificar en esenciales (Co, Cu, Fe,

Mn, Mo, Zn, V), los cuales cumplen alguna función biológica a concentraciones traza y en no esenciales (Cr, Cd, Hg, Pb, As, Sb), cuando no cumplen ninguna función biológica conocida (**MARTIN, 2008**).

OROZCO.B (2003) Explica que los metales pesados son denominados así por ser pertenecientes al grupo de elementos de densidades muy altas, estos son unos de los contaminantes que causan mayor perjuicio al medio ambiente, por el hecho que no tienen características biodegradables y que tienen la capacidad de bioacumulación en los organismos vivos, entre ellos destacan por su toxicidad el mercurio, cadmio, plomo, Cr, As.

(MARTIN, 2008) Menciona que los metales tóxicos también son conocidos como pesados, en el ambiente pueden ser detectados en su estado natural o encontrados como sales. En los cuerpos de aguas superficiales pueden presentarse en forma de coloides así también como partículas, apareciendo como hidróxidos, óxidos, silicatos, sulfuros o adsorbidos en minerales del grupo de las arcillas, sílice y materia orgánica. A si mismo también se encuentran presentes de forma disuelta (debido a la baja solubilidad de estos elementos, las concentraciones presentadas son muy bajas en forma iónica o complejos organometálicos), la cual es dependiente del pH.

Cromo:

A continuación se presentan las siguientes definiciones referentes al cromo.

MWINYIHIJA, M (2010) Define el cromo es un elemento metálico que pertenece al primer periodo de los elementos de transición, en medio acuoso se encuentra en diferentes estados de oxidación desde 0 hasta 6+.

RODRIGUEZ (2013) Menciona que el cromo (III) es un ácido fuerte el cual tiene una tendencia a formar complejos octaédricos con ligantes como agua, urea, y otros ligandos orgánicos que tienen átomos donadores de electrones, esta característica produce que sea menos soluble en agua, menos móvil, cien veces

menos tóxico y mil veces menos mutagénico a comparación del cromo hexavalente.

El cromo hexavalente es un agente oxidante fuerte que muestra efectos negativos a la salud, lo cual la hace una especie peligrosa. Las especies principales de cromo hexavalente en medio acuoso son principalmente cinco: $\text{H}_2\text{CrO}_4/\text{HCrO}_4^-$; CrO_4^{2-} ; $\text{HCr}_2\text{O}_7^-/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; su presencia depende del pH. **(MIRETZKY AND CIRELLI, 2010)**

El cromo es uno de los metales más tóxicos, es un compuesto peligroso que se disuelve en el agua y que puede ser retenido por la vegetación, de modo que su ingreso en los organismos vivos, no solo se da a nivel local sino también regional. Esta sustancia al ingresar a los organismos ya sea por ingestión, contacto o inhalación, conlleva a consecuencias nocivas de carácter genético, mutagénico y carcinógeno. De esta manera, los altos niveles de cromo en las aguas residuales generadas en las empresas curtiembres representan una amenaza para los organismos vivos y el medio ambiente **(BORDA, O., 2014)**

El cromo metálico se encuentra de forma natural en las rocas, vegetación, suelos, animales, humos y gases volcánicos. Puede estar presente a diferentes valencias en el ambiente, las más comunes son derivadas del cromo trivalente y las del cromo hexavalente.

El cromo es el sexto elemento en abundancia en la corteza terrestre, en donde se encuentra como óxidos de cromo y combinado con fierro y oxígeno, en el mineral Cromita.

Cromo metálico:

No se encuentra libre en la naturaleza por su alta reactividad. Es de color blanco plateado con tinte azulado. Es muy resistente al calor y fácilmente se recubre con una delgada capa de óxido que lo protege de un ataque químico

posterior. Es altamente resistente a la oxidación, inclusive a altas temperaturas es inestable.

Cromo trivalente:

Estos compuestos son los que usualmente predominan en el ambiente porque son los derivados más estables de metal. el más importante es el óxido crómico . Se emplea como pigmento, los derivados del cromo III pueden formar iones complejos estables y coloridos., muy estable.

Cromo hexavalente:

Son fundamentalmente los cromatos y dicromatos, ambos grupos son agentes oxidantes energéticos en medio ácido, en el que pasan a cromo III, el dicromato sódico se emplea en el curtido de pieles, por que forma un compuesto insoluble con la proteínas del cuero.

Dicromato de potasio:

El dicromato de potasio tiene usos industrial en las empresas de producción de cueros, este tiene por objeto modificar las pieles, de su estado primitivo estado a la condición de cuero, adobándolas con sales de cromo hasta conseguir un producto con determinadas características de resistencia y flexibilidad y capaz de soportar la acción destructora de los agentes patógenos de la naturaleza. Se pueden curtir diversas pieles, siendo las más representativas: Res, ovinos, caprino

El cromo hexavalente es la derivación más contaminante, peligrosa y toxica de este metal, ya que se comporta como un fuerte oxidante, es sumamente carcinogénico, muta génica. Se ha comprobado que es 100 veces más tóxico y 1000 veces más muta génica que el cromo trivalente.

La presencia de metales pesados en el ambiente, tales como el cromo hexavalente, se ha convertido en un serio problema debido a su toxicidad; por lo que se hace necesario que sean removidos de los efluentes industriales antes de su descarga al mismo". (**GONZALES et al. 2008**).

Temperatura:

OROZCO (2003), Define como temperatura constante física que interviene claramente en la calidad del agua, afecta la solubilidad de gases y sales, la cinética de las reacciones químicas y bioquímicas.

Potencial de Hidrogeno:

OROZCO (2003), Explica que el pH de un solución, indica las características acidas o básicas de la misma, es una propiedad de carácter químico de suma importancia para la vida acuática, tiene dominio sobre determinados procesos químicos y biológicos, el potencial redox del agua. Es un buen parámetro para determinar la calidad del agua.

Industria de curtiembre:

GAGNET, & WORDEN, (1999) La industria del curtido de pieles abarca grandes problemas en el País, la cual caracterizan a la actividad curtiembre como una industria en crisis debido a las fuerzas internas y externas. Las fuerza internas es caracterizado por la formación de PYMES, donde prevalece la informalidad, algunas fuentes estiman que las curtiembres formales producen 50% del cuero que se produce en el país; el uso de tecnologías antiguas; la ubicación de empresas, debido a que no existe una zonificación destinada para esta industria , en muchos casos están ubicadas en zonas residenciales; la falta de capacitación del personal responsable de la curtición de pieles , la baja calidad del producto y déficit en el abastecimiento de pieles). Mientras que el segundo grupo, fuerzas externas, es caracterizado por la importación formal e informal de cueros y la baja calidad del cuero que dificulta el cumplimiento de los estándares internacionales para su exportación.

Así mismo se menciona muchas curtiembres que eran formales han cerrado y los operarios, empleados que laboraban en la formalidad. Se organizaron y formaron nuevas curtiembres de manera informal.

El curtido se remonta entre 7000 - 3300 A.C originada al sur de Asia, esta actividad fue relegada a ser realizada en las afueras de las ciudades desde un inicio por ser nociva y de mal olor debido al tipo de agentes que se utilizaban (orina y estiércol). Si bien actualmente no se usan más estos productos, el curtido por cromo (el más usado hoy en día) es aún más contaminante.

Los procesos de manufactura del cuero en muchos de los países en desarrollo permanecen tradicionales, y no han sido modificados para una optimización del uso de insumos químicos y de agua así como el manejo de los residuos .Según el ministerio de industria, turismo, integración y negocios comerciales internacionales, 2002, las empresas registradas para la actividad curtiembre a nivel nacional sumaban 438. De Las cuales el 89.2% corresponden a microempresas; 5.1% a pequeñas empresas; 4.0% medianas empresas y finalmente; 1.7% corresponden a empresas grandes.

GAGNET, & WORDEN, 1999 estiman que el departamento de Arequipa posee el 40% de la distribución nacional. Mientras que los departamentos de La Libertad y Lima 30% cada una.

Contaminación Ambiental por la Industria Curtiembre:

En los procesos de curtido de las curtiembres se generan una serie de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos se producen tanto en la curtiduría como en los productos terminados. La etapa con mayor generación de residuos es el de ribera, seguido por el de curtido y, por último, se disminuye la concentración residual durante el proceso de terminado. El componente físico de los residuos de las curtiembres genera impactos ambientales negativos sobre los cuerpos de aguas, disminuyendo la cantidad de oxígeno disuelto, incrementando la salinidad y repercutiendo con mayor impacto sobre la napa freática, ya que

estas tienen limitada aireación. En el suelo, las curtiembres modifican la textura y estructura, acelerando el proceso de erosión del suelo que conlleva a pérdida de la permeabilidad; esta situación perturba las condiciones de drenaje, pues los residuos son transportados lentamente a las zonas de recarga superficiales y subterráneas **(ARTUZ, MARTINEZ & MORALES 2011)**.

La industria curtiembre ha generado un gran impacto ambiental tanto en el agua como en el suelo y la atmósfera. Estos efluentes industriales contienen una mezcla compleja de contaminantes orgánicos e inorgánicos y alta demanda química de oxígeno (DQO) **(MWINYIHIJA, 2010)**. Ácidos, álcalis, sales de cromo, taninos, solventes, sulfuros, tintes, entre otros, son algunos de los compuestos que se usan en el proceso y no son totalmente aprovechados dejando gran cantidad de estos como desecho se desea remover; este puede ser una molécula orgánica o un compuesto inorgánico.

Las empresas Curtiembres generan descargas de efluentes con altos contenidos de cromo (VI), en la etapa del curtido se utiliza Sulfato de cromo el cual es remojado junto con las pieles, estas pieles solo retienen un porcentaje de 60% hasta 70% de sulfato de cromo, lo restante que viene hacer de 30% a 40% se junta con los efluentes y es vertido generando un grave problema ambiental. Se estima que, para procesar una tonelada de piel desde el proceso de ribera hasta el proceso final de acabados, se usan entre 25 y 40m³ de agua **(CORDOVA 2013)**.

Curtido:

El proceso de curtido consiste en transformar la piel cruda en cuero. A través de un tratamiento en donde reaccionan la piel y el cromo se consigue prevenir una futura descomposición, hacer la piel resistente a la humedad, mantenerla flexible y durable **(EPA, 1998)**.

El curtido por cromo es el más usado a nivel mundial debido al fácil procesamiento, amplio alcance, fácil acceso de entrecruzados de cromo, y debido

a que mediante este proceso se permite conseguir excelentes propiedades en el cuero. El cromo es un elemento de transición que forma complejos de coordinación usando los orbitales 3d para acomodar electrones y, de esta manera, forma complejos de coordinación polinuclear extendida que contienen puentes hidroxol, oxo y de sulfato en los cuales los grupos carboxílicos ionizados del colágeno de las pieles crudas entra como ligando coordinante completando así el entrecruzamiento para formar el cuero **(CORDOVA 2013)**.

Propiedades nutritivas del maíz

El maíz es un alimento fundamental de la dieta de muchos países Latinoamericanos, tanto por su alto valor nutricional, como por sus importantes propiedades medicinales. **(FAO)**

Clasificación taxonómica del maíz

De acuerdo con **RODRÍGUEZ (2013)**, el maíz se encuentra clasificado de la siguiente manera:

- REINO: Vegetal
- DIVISIÓN: espermatofitas
- SUBDIVISIÓN: angiospermas
- CLASE: monocotiledóneas
- ORDEN: gumifloras
- FAMILIA: gramíneas
- GÉNERO: Zea
- ESPECIE: mays L.

Importancia del maíz en el mundo

El maíz es el cultivo de mayor área sembrada, el más producido y consumido en el mundo, desde que supero al trigo en volumen de producción; además, ha venido incrementándose su producción en los últimos años. Se

estima que el 92% de las siembras corresponden a maíz amarillo y el 8% restante al maíz blanco. El maíz se produce en todos los continentes; siendo 168 los países que lo cultivan. **(FAO)**.

Usos del maíz

El maíz cuenta con un amplio rango de usos, mayor que cualquier otro cereal, como alimento humano y animal, como grano y forraje y para uso industrial en diferentes formas.

En los países industriales, cerca del 70% de la producción de maíz se dedica a la alimentación animal. Por el contrario, en los países de bajos ingresos, un aproximado de 20% de maíz se utiliza como alimento animal, mientras que el 80% se destina al consumo humano e industrial. Dadas las propiedades físicas y químicas del almidón de maíz, éste presenta características particulares para espesantes, pegantes, capacidad para formar películas, fácil digestibilidad, producir polvo fino y con pureza de 99%; por su bajo costo es considerado una excelente opción para producir alimentos para el consumo humano y animal. **(FAO)**.

La producción de maíz en el país son las zonas de : Cuzco (Urubamba, Chicheros), Huancavelica (Pampas), Junín (Tarma, Jauja, Huancayo), Lima (Sayán, Huara), Ancash (Chingas, Huaraz) además la época de Producción debido a la tierra, el clima la ubicación del Perú, el maíz se produce todo el año.**(MINAGRI)**

Adsorción:

La adsorción es el proceso por el cual se extrae materia de una fase y se concentra en la superficie de otra formando una lámina molecular o atómica. En el proceso de adsorción están implicados el adsorbente y el adsorbato. El adsorbente es aquel donde se concentra la sustancia o contaminante y el adsorbato es el ion contaminante en la solución **(RAMOS 2010)**

PAREDES, (2014) Explica que la adsorción es un proceso mediante el cual se extrae materia de una fase ya sea líquida o gaseosa y se concentra sobre una superficie sólida. Por ello se conoce a la adsorción como un proceso o fenómeno sub superficial. La adsorción desde una disolución se da ya que existe una gran afinidad del soluto por el sólido. Así mismo la presencia de lignina en el biosorbente favorece en gran porcentaje la adsorción de los metales pesados. La presencia de lignina aumenta el número de grupos funcionales hidroxilos y carboxílicos.

TEJADA, (2016) menciona que la adsorción es una operación mediante la cual los componentes de una de una corriente líquida se adsorben en un material sólido, el cual es caracterizado por tener partículas pequeñas y muy porosas.

Tipos de adsorción:

Los tipos de adsorción se pueden clasificar de varias maneras. Una de ellas es por la naturaleza de las fuerzas de atracción entre el adsorbato y el adsorbente. Cuando esta es física se le llama fisisorción y cuando la adsorción es química es quimisorción. La fisisorción es cuando el adsorbato se adhiere a la superficie a través de interacciones intermoleculares débiles de van der Waals. Por otro lado, en la quimisorción la adsorción ocurre cuando una molécula se adhiere a la superficie a través de la formación de enlaces químicos. **(RAMOS 2010).**

El adsorbato es aquella sustancia que es retenida en la superficie o la cual se une al adsorbente, puede ser mediante fuerzas físicas de atracción, intercambio iónico y/o enlaces químicos.

Bioadsorbentes:

Los bioadsorbentes son aquellos adsorbentes que provienen de la biomasa, materiales orgánicos que provienen de plantas, árboles, cultivos y algas. Los protagonistas en este tipo de materiales son los carbohidratos. Los que tienen

mayor participación son la lignina y holocelulosa (es decir la celulosa y la hemicelulosa) **(GONZALES et al. 2008)**.

PAREDES, (2014) Menciona que los biosorbentes naturales presentan en su superficie ciertos grupos funcionales los cuales tienen características tanto ácidas como básicas, esto le da una propiedad anfótera al biosorbente, una sustancia anfótera es la que puede generar reacciones y comportamientos ya sea como una base o de forma ácida.

Biosorción:

La biosorción es como un proceso de concentración de sorbato, el prefijo “bio” indica que el sorbente es de origen biológico, de esta manera la superficie de adsorción tiene una composición química biológica determinada que dependerá de las características físicas y funcionales del material empleado. **(GONZALES et al. 2008)**.

El uso de materiales biológicos como adsorbentes es interesante debido a la diversidad de sitios de sorción, baja susceptibilidad de interferencia de este proceso, capacidad de sorción semejante a materiales sintéticos, abundancia de recursos naturales y bajo costo **(GONZALES et al. 2008)**.

El proceso de biosorción se debe a las interrelaciones entre los solutos en solución y los grupos funcionales de la superficie del sorbente sólido. En todos los casos depende de la naturaleza de la sustancia a eliminar, la estructura y la característica del adsorbente y las condiciones experimentales. **(RAMOS 2010)**.

La bioacumulación es calificada como un proceso dinámico para la eliminación y retención de los metales pesados por medio de una serie de componentes metabólicos implicando biomasa viva, por otro lado la biosorción viene a hacer un proceso pasivo con componentes principalmente fisicoquímicos, por el cual se emplea biomasa muerta. Por ello, la biosorción es una opción técnica y económicamente viable, tanto por eficiencia de depuración como por el

moderado costo de operación que tiene, y por ser considerada una tecnología “limpia” en la eliminación de metales pesados de aguas residuales o de desecho de actividades productivas **(MARTIN, 2008)**.

El término sorción deviene de la capacidad que tienen las sustancias húmicas y arcillas del suelo para unir aniones y cationes, este proceso es denominado adsorción o sorción. En la adsorción una especie química puede ser adsorbida electrostáticamente, mientras que en la sorción una especie que esta disuelta puede ser retenida en la parte superficial del biosorbente por un proceso electrostático. A si mismos la sorción podría definirse como la transferencia de iones de una fase en solución a una fase sólida. **(GONZALES et al. 2008)**

LAVADO, (2012) , Los biosorbentes son materiales que poseen grandes características adsorbentes por el hecho que tienen una elevada área superficial, alta porosidad y presenta diversos componentes lignocelulosicos, así una serie de grupos funcionales los cuales tienen carácter ácido y básico en su estructura y superficie.

Propiedades químicas de los biosorbentes:

Biosorbentes son aquellos materiales que provienen de fuentes vegetales (biomasa). En este material existen dos cadenas largas de hidrocarburos - polímeros naturales - de gran importancia que le atribuyen la característica adsorbente. Estos son celulosa y hemicelulosa, la fracción de lignina presente consiste en moléculas que no son azúcares. La celulosa es un polímero orgánico importante que consiste en solamente unidades de anhidroglucosa unida en una molécula de cadena recta y grande. Es una cadena lineal de polímero de D-glucosa, las cuales están unidas por enlace glucosídico β (1-4). La celulosa está dispuesta en forma de microfibras las cuales pueden tener zonas altamente ordenadas (cristalinas) como con menos ordenamiento (amorfas) **(DEMIRBAS, 2008)**.

Los grupos funcionales como hidroxilo, carboxilo, fosfato, grupos amino presentes en la biomasa juegan un papel fundamental en su rol como adsorbente. Estos cambian su ion hidronio por el ion metálico o cediendo el par de electrones no enlazantes para la formación de complejos metálicos. Por otro lado, es necesario considerar que la bio adsorción también depende de otros factores como número de sitios activos, accesibilidad de sitios, química del estado de los sitios activos y la afinidad entre los sitios y los iones metálicos **(MOHAN Y PITTMAN, 2006)**.

Otro factor importante en la adsorción son las características básicas o ácidas de la solución. El pH de una solución acuosa influencia en la disociación de grupos funcionales activos en el bioadsorbente (-OH, -COOH, -NH₂). A bajos valores de pH, los grupos funcionales superficiales de los materiales lignocelulosicos son protonados y restringen acercamiento de especies catiónicas como resultados de la repulsión. A medida que el pH aumenta, el grado de protonación decrece y los grupos funcionales se cargan negativamente. **(MIRETZKY, 2010; NGUYEN ET AL., 2013)**.

Tratamiento de aguas residuales con cromo:

Generalmente se utilizan las siguientes tecnologías para un tratamiento efectivo basado en procesos físicos, químicos y biológicos.

Precipitación:

Se trata de añadir hidróxido de calcio (Ca (OH)₂, cal comercial) bajo el proceso de homogenización constante y controlando el pH. Con este método se alcanzan altas tasas de remoción del cromo (98%); sin embargo existen desventajas como la producción de desechos secundarios de elevado costo de disposición final y no se sabe con certeza cuál es el tiempo de inactividad del metal en el material sólido **(RAMOS, 2008)**.

Materiales Zeolíticos:

Las zeolitas son minerales del tipo aluminosilicatos, que contienen vacíos internos permitiendo el intercambio iónico. Para la remoción del Cr (VI) se emplea un órgano-zeolita, obtenida por la modificación de un tipo de zeolita lográndose una capacidad de adsorción de hasta 30.83mg/g n medio ácido (pH=2). **(RODRIGUEZ, ÁVILA, GENER, 2006).**

Entre los tipos de tratamientos más usados para la eliminación de metales pesados tóxicos en efluentes residuales industriales la adsorción es el método más usado, eficiente, económico y amigable con el ambiente, los adsorbentes con mejor desempeño en la remoción de metales son aquellos que contienen lignina en su estructura. **(JARAMILLO 2012).**

MALDONADO (2011) Menciona que las técnicas utilizadas actuales implementadas para el tratamiento de efluentes industriales con metales pesados resultan caras e ineficientes, especialmente cuando la concentración de los metales es baja.

La adsorción de metales pesados con biosorbentes es una alternativa viable, este proceso de adsorción se atribuye a la presencia de lignina en la estructura del biosorbente, así mismo a las proteínas, carbohidratos, componentes que contienen grupos carboxil, hidroxil, etc. que pueden atrapar los iones metálicos.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General:

¿Cuál es la eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?

1.4.2 Problema Específico:

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria de curtiembre Huachipa-2016?

¿Cuáles son las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En la actualidad son muy pocas las empresas industriales que implementan sistemas de tratamiento para sus efluentes debido a la falta de tecnología, altos costos, falta de personal capacitado, etc.

Los tratamientos convencionales existentes muestran serias desventajas como baja eficiencia para concentraciones bajas, altos costos operativos, requerimientos de productos químicos, recursos energéticos, etc. **(GONZALES 2008)**.

La contaminación por metales pesados es uno de los problemas ambientales más importantes actualmente, por ello existe un creciente interés mundial por encontrar métodos y nuevas tecnologías que sean eficientes para el tratamiento de estos contaminantes es por ello que esta investigación tiene como objetivo tratar de retener el Cromo Hexavalente el cual es un metal pesado altamente toxico , con un material con una alta capacidad de adsorción como es la coronta der maíz , ya que es un residuo , el maíz es un cultivo de producción mundial y es un residuo abundante en la agricultura.

Con el presente trabajo se pretende que se implementen nuevos métodos de tratamiento de aguas residuales, aprovechando residuos orgánicos, que

actúen como adsorbentes naturales para la remoción del cromo hexavalente, cuyo contaminante se encuentra en los efluentes de la industria curtiembre.

Asimismo, servirá como fuente de información teórica y como antecedente para la realización de futuras investigaciones en el campo de la ingeniería, en lo referente a reducir la concentración del Cromo en diferentes industrias las cuales tengan en sus efluentes este metal tóxico.

1.6 HIPOTESIS

1.6.1 Hipótesis General:

El biosorbente a base de coronta de maíz es eficiente para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016.

1.6.2 Hipótesis Específica:

Las características fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz influyen en la adsorción de Cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre Huachipa-2016.

Las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz permiten la adsorción de Cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre Huachipa-2016.

1.7 OBJETIVO

1.7.1 Objetivo General:

Determinar la eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016.

1.7.2 Objetivos Específicos:

Determinar las características fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016.

Especificar las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016.

II. METODOLOGIA

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

En la presente Investigación se aplica el Nivel Experimental ya se realizó manipulación de las variables de estudio **HERNÁNDEZ .S (2010)**

En la presente Investigación se aplica el Diseño - Pre experimental – debido a que se realiza manipulación de las variables debido que a la muestra se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo. **HERNÁNDEZ .S (2010)**

Esta investigación se aplica el tipo de estudio explicativo, porque busca los hechos mediante el establecimiento de una relación causa-efecto, ya que se analizan e interpretan la influencia que ejerce el biosorbente de coronta de maíz en la adsorción de Cr Hexavalente en las aguas residuales de la industria curtiembre.

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN:

2.2.1 Variable independiente: Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz.

La eficiencia de la coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente dependerá de las características fisicoquímicas como el tamaño granulométrico del biosorbente, así mismo su funcionalidad dependerá de condiciones como concentración inicial, tamaño de partícula, y la presencia de lignina (**GONZALES 2008**)

2.2.2 Variable dependiente: Adsorción de Cromo Hexavalente de las aguas residuales de la industria curtiembre.

La concentración de Cromo Hexavalente según el límite máximo permisible para descarga de efluentes de la industria curtiembre (Produce 2002)

2.2.3 Operacionalización de variables:

Tabla N°1 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ (variable independiente)	La eficiencia de la coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente dependerá de las características fisicoquímicas ,como la masa , humedad del biosorbente, así mismo su funcionalidad dependerá principalmente de la presencia de la lignina en el biosorbente. (GONZALES 2008)	Para medir estas variables se utilizaran equipos de laboratorio para determinar las características fisicoquímicas y funcionales de la coronta de maíz.	Parámetros fisicoquímicos de la coronta de maíz Características funcionales de la coronta de maíz	Porcentaje de humedad contenido de cenizas Masa Tamaño de partícula Porcentaje de Lignina	% % g µm %
ADSORCION DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE (variable dependiente)	La concentración de Cromo Hexavalente según el límite máximo permisible para descarga de efluentes de la industria curtiembre (Produce 2002)	Para medir esta variable se utilizara el espectrofotómetro de adsorción atómica para conocer la concentración de Hexavalente presente en las aguas residuales de la industria curtiembre antes y después del tratamiento con coronta de maíz y los resultados se comparara con la normativa ambiental vigente.	Concentración inicial de cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre. Reducción de cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre. Cumplimiento con el límite máximo permisible (Produce 2002)	Cantidad de Cromo Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre. Concentración de Cromo Hexavalente después de tratamiento. Porcentaje de remoción de Cromo Hexavalente después de tratamiento Cumplimiento de LMP	mg/L mg/L % mg/L

Fuente: Elaboración propia

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.3.1 Población:

Según **CARRASCO (2007)** La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad o similares.

En lo que respecta a esta investigación, la población estaba conformada por las aguas residuales con cromo hexavalente de una industria curtiembre.

Muestra:

20 litros de agua residual de una industria curtiembre.

2.3.2 Tipo de muestreo:

El Tipo de muestreo ha sido No probabilístico, porque son muestras dirigidas, conocidas como muestra intencional, sin intentar que sean representativos de una población determinada.

2.4 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD:

Para el tratamiento de las aguas residuales de la industria curtiembre, se utilizó como biosorbente la coronta de maíz la cual se modificó químicamente. En esta investigación se utilizara la técnica observacional, y se registrara lo observado mediante una ficha de recolección de datos.

El instrumento de recolección de datos será la ficha de observación.

2.4.1 Confiabilidad y validez del instrumento:

Sobre la validez menciona **(CARRASCO 2007)** Este atributo de los instrumentos de investigación consiste en que estos midan con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad aquello que se desea medir de la variable o variables en estudio, en esta investigación la validez de la ficha de observación fue verificada por el juicio de expertos.

Los profesionales son docentes e investigadores de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Este. Los expertos consideran que los instrumentos de medición son aplicables y fiables.

Sobre la confiabilidad **(CARRASCO 2007)** nos menciona que la confiabilidad es la cualidad o propiedad de un instrumento de medición, que nos permite obtener los mismos resultados al aplicarse una o más veces a la misma muestra en diferentes periodos de tiempo.

Para la Determinación de la distribución normal, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk.

Ho: La distribución de la muestra es normal.

H1: La distribución de la muestra no es normal.

Tabla N° 2

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^d			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DESPUES_180 µm	,235	5	,200 [*]	,872	5	,277
DESPUES_250 µm	,253	5	,200 [*]	,860	5	,228
DESPUES_355 µm	,220	5	,200 [*]	,958	5	,795

Fuente: Reporte del SPSS 21 de la base de datos

En tabla n°2 se presenta los resultados de esta prueba, se observa que los valores se aproximan a una distribución normal, ya que el P valor es mayor a 0.05. Por lo que se acepta la hipótesis nula: La distribución de la muestra es normal.

Debido a esto se deberá emplear la estadística paramétrica.

Tabla N° 3

Prueba estadística para muestras relacionadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	ANTES	1,6000	5	,00000	,00000
	DESPUES_T1	,3200	5	,09274	,04147
Par 2	ANTES	1,6000	5	,00000	,00000
	DESPUES_T2	,4360	5	,13465	,06022
Par 3	ANTES	1,6000	5	,00000	,00000
	DESPUES_T3	,4440	5	,14381	,06431

Fuente: Reporte del SPSS 21 de la base de datos

En esta investigación el análisis de la confiabilidad se llevó a cabo en el Programa SPSS v-21, en el cual se aplicó la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, de la cual se obtuvo los siguientes resultados.

En la tabla n°3 se puede apreciar que el promedio de concentración de cromo hexavalente antes de someterse al tratamiento es de 1,6 mg/l.

- Luego de realizar el tratamiento T1 este promedio es reducido a 0,32 mg/l.
- Luego de realizar el tratamiento T2 este promedio es reducido a 0,43 mg/l.
- Luego de realizar el tratamiento T3 este promedio es reducido a 0,44 mg/l
- Por lo cual se puede concluir que se obtuvo una diferencia significativa en la cual hubo una reducción de la concentración de Cromo Hexavalente después de los tratamientos realizados

Mediante esta prueba se quiere determinar que la reducción de la concentración de cromo Hexavalente fue significativa a la inicial se desea saber si la intervención a aplicar reducirá la concentración de cromo hexavalente.

Ho: Los niveles de concentración del cromo hexavalente no disminuyen después del tratamiento

H1: Los niveles de concentración del cromo hexavalente disminuyen después del tratamiento

Tabla N° 4

Obtención del P valor para muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ANTES - DESPUES_T1	1,28000	,09274	,04147	1,16485	1,39515	30,864	4	,000
Par 2	ANTES - DESPUES_T2	1,16400	,13465	,06022	,99681	1,33119	19,330	4	,000
Par 3	ANTES - DESPUES_T3	1,15600	,14381	,06431	,97744	1,33456	17,975	4	,000

Fuente: Reporte del SPSS 21 de la base de datos

En tabla N°4:

Se evidencia que el P valor tiene un valor por debajo del nivel de significancia de 0.05

Entonces: Rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna.

Hay diferencia significativa en los promedios de concentración de cromo hexavalente antes y después de aplicar los tratamientos.

Procedimiento para la preparación del biosorbente:

El pre tratamiento realizado a la coronta de maíz, se lleva a cabo con la finalidad de incrementar el área superficial de contacto, facilitando así el proceso de transferencia de masa. (**JARAMILLO 2012**)

- Se recolecto 10 kilogramos de coronta de maíz, desechos que dejan en los mercados producto del desgranado del grano de maíz.
- Se realizó un secado natural de la coronta, la cual fue extendida en un plástico y secada al aire libre durante 1 semana.
- Posteriormente la coronta se trituro en un maquina manual de trituración, para poder tener un menor tamaño.
- Luego la coronta de maíz fue modificada químicamente, poniéndola en contacto con durante 6 horas en solución con Ácido sulfúrico 1:1, se eligió este tratamiento, ya que incrementa el área específica, el porcentaje de lignina y porosidad del biosorbente, también se conoce que este tratamiento provoca la hidrolisis de la hemicelulosa, y a tiempos más largos de la celulosa, produce además ácidos carboxílicos, los cuales sirven como sitios activos para la remoción de Cromo Hexavalente.
- Luego se procedió a lavar 6 veces con abundante agua destilada para llevarlo a pH 7.
- Se llevó a secar la coronta de maíz modificada químicamente con ácido sulfúrico a una estufa a 90°C durante 24 horas, esto con la finalidad de eliminar la humedad de la coronta.
- La coronta de maíz, luego se molió y tamizo a diferentes tamaños de partícula 180 µm, 250 µm y 355 µm.
- Al finalizar se obtuvo 300g de biosorbente de cada tamaño de partícula obtenido y se almacenaron en bolsas herméticas, para su posterior análisis.

Tabla N° 5

Características fisicoquímicas de coronta de maíz.

CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
C1	Granulometría	µm	180
	Masa	g	300
	Humedad	%	1.19
	Cenizas	%	96.2
C2	Granulometría	µm	250
	Masa	g	300
	Humedad	%	0.99
	Cenizas	%	95.3
C3	Granulometría	µm	355
	Masa	g	300
	Humedad	%	0.89
	Cenizas	%	96.5

Fuente: Elaboración propia

En tabla n° 5 se aprecia las características fisicoquímicas de la coronta de maíz, la muestra de efluente será tratada con estos 03 tipos de biosorbentes.

Tabla N° 6

Determinación de lignina

CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
T1 (CORONTA SIN MODIFICACION)	LIGNINA	%	74,2
T2 CORONTA DE MAYS QUIMICAMENTE MODIFICADA	LIGNINA	%	79,2

Fuente: Según informe de ensayo N°387-2016 USAQ.

En tabla N° 6 se presentan los análisis de espectroscopia infrarroja Transformada de Fourier (FTIR) ,este análisis cuantifico el porcentaje de lignina que contenía el biosorbente , como se aprecia el porcentaje de lignina es antes y después del tratamiento es de 74.2% y 79.2%, lo cual indica un alto porcentaje de la lignina en la coronta de maíz..

Método de análisis de Cromo Hexavalente:

El método de análisis de los datos para la determinación del cromo hexavalente se realizara por el método colorimétrico según el método SM3500 – Cr D que se basa en la reacción de Cr(VI) con difenilcarbazida en condiciones acidas, lo que conlleva a la formación de una sustancia de color rojo violeta, que podrá ser cuantificada mediante un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm , la absorbancia resultante será directamente proporcional al nivel de concentración del cromo hexavalente en la muestra.

Así mismo se realizó una curva de calibración, donde se prepararon las disoluciones de calibración en el intervalo de concentración que se esperaba trabajar.

Tabla N°7

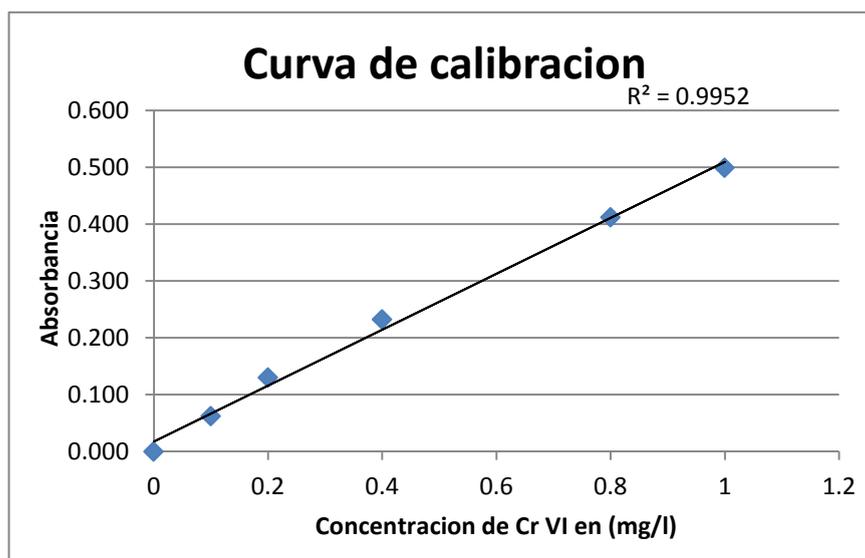
Correspondencia absorbancia-Concentración

ABSORBANCIA	CONCENTRACION DE Cr VI (mg/l)
0	0
0,062	0,1
0,130	0,2
0,232	0,4
0,412	0,8
0,499	1

Fuente:Elaboración propia

En tabla N°7 se aprecia los valores de correspondencia de la absorbancia y concentración de cromo hexavalente, se puede evidenciar que la concentración es directamente proporcional a la absorbancia.

Los resultados de las mediciones colorimétricas que se dan en absorbancias, luego se convertían en concentraciones mg/l de Cr VI.



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°1 Curva de calibración de Cr (VI)

Se evidencia en el gráfico N°1 la curva de calibración, la cual se realizó el análisis de regresión lineal que da como resultado:

- $R^2 = 0,9975735534$
- $A = 0,01768041237$
- $B = 0,491670103$

Los resultados se dan mediante la siguiente ecuación:

$$x = \frac{y - a}{b}$$

Dónde:

X = concentración de Cr Hexavalente en mg/l

Y = Absorbancia obtenida

A = Punto de intersección

B = Pendiente de la recta

Cabe mencionar que todos los tratamientos se realizaron en una prueba de jarras, a 100 rpm, 500 ml de muestra, pH y temperatura constante, adicionando 0,250 g de biosorbente , a diferentes tiempos de contacto , 10 min (A) , 20 min (B) , 30 min (C) , 60 min (D) y 90 min (E).

A si mismo los análisis se realizaron por triplicado.

Al finalizar el tratamiento la muestra se filtró y se procedió realizar los análisis de concentración de Cromo Hexavalente.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:

Para el análisis de datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 21 y el programa Excel 2013, con los cuales se realizaron los siguientes análisis:

Para la descripción de las variables se utilizaron frecuencias, barras, tablas y gráficos.

Se realizó la prueba de Shapiro Wilk para demostrar que los datos muestran una distribución normal.

Se realizó la prueba estadística de T de Student para muestras relacionadas, para determinar que si la diferencia entre concentración inicial y final son estadísticamente significativas.

III RESULTADOS:

Se realizaron los análisis fisicoquímicos de la coronta de maíz químicamente modificada, para obtención del biosorbente, la cual dio los siguientes resultados:

Tabla N°8

Análisis fisicoquímicos de coronta de maíz C1

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometría	µm	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.		180
Masa	g	Gravimetría ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory		300
Humedad	%	Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetría)	C1	1,19
Cenizas	%	Official Methods of Análisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetría)		96,2

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los resultados que se plasman en la tabla N° 8 se puede identificar que el porcentaje de humedad es muy bajo , debido a los procesos de secado en tanto de forma natural con y el realizado en la estufa.

Asimismo esta coronta C1 se obtuvo 300 g, y es la de menor tamaño de partícula. El porcentaje de cenizas encontrado es alto con un 96.2 %.

Tabla N°9

Análisis Fisicoquímicos de la coronta de maíz C2

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometría	µm	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle- size Analysis of Soils.		250
Masa	g	Gravimetría		300
Humedad	%	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetría)	C2	0.99
Cenizas		Análisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetría)		95,3

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los resultados que se observa en la tabla N°9 se puede identificar que el porcentaje de humedad es muy bajo , superando el de la coronta C1 debido a los procesos de secado en tanto de forma natural con o el que se realizó en la estufa.

Asimismo esta coronta C2 se obtuvo 300 g, la cual es la de un tamaño intermedio respecto a las corontas C1 Y C3.

El porcentaje de cenizas encontrado es alto con un 95,3 %.

Tabla N°10

Análisis Físicoquímicos de la coronta de maíz C3

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometría	µm	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle- size Analysis of Soils.		355
Masa	g	Gravimetría		300
Humedad	%	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetría)	}	0.89
Cenizas	%	Official Methods of Análisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetría)		96,5

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a los resultados que se observa en la tabla N°10 se puede identificar que el porcentaje de humedad es muy bajo , superando el de la coronta C1 y C2 debido a los procesos de secado en tanto de forma natural con o el que se realizó en la estufa.

Asimismo esta coronta C3 se obtuvo 300 g, la cual es la de mayor tamaño de partícula con respecto a las otras corontas.

El porcentaje de cenizas encontrado es alto con un 96.5 %.

También se realizó los análisis para la determinación del porcentaje de lignina de la coronta de maíz sin modificación química y con modificación química.

Tabla N° 11

Resultado de determinación de Lignina

CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
T1 (CORONTA SIN MODIFICACION)	LIGNINA	%	74.2
T2(CORONTA QUIMICAMENTE MODIFICADA)	LIGNINA	%	79.2

Fuente: Informe de ensayo N°387-2016-USAQ

Como se aprecia en la tabla N°11 se determinó el porcentaje de lignina presente en la coronta de maíz, se identificó antes y después de la modificación química que se llevó a cabo.

La coronta de maíz sin modificación química presenta un porcentaje alto de lignina, con un valor de 74,2%.

La coronta de maíz que se modificó químicamente con una solución de ácido sulfúrico aumento, interviene en el aumento del porcentaje de lignina que se incrementó en un 5%, llegando a 79,2%.

En la siguiente tabla se muestran los análisis de las condiciones iniciales del efluente industrial de curtiembre previo a los tratamientos.

Tabla N°12

Condiciones iniciales del efluente industrial de curtiembre previo a los tratamientos

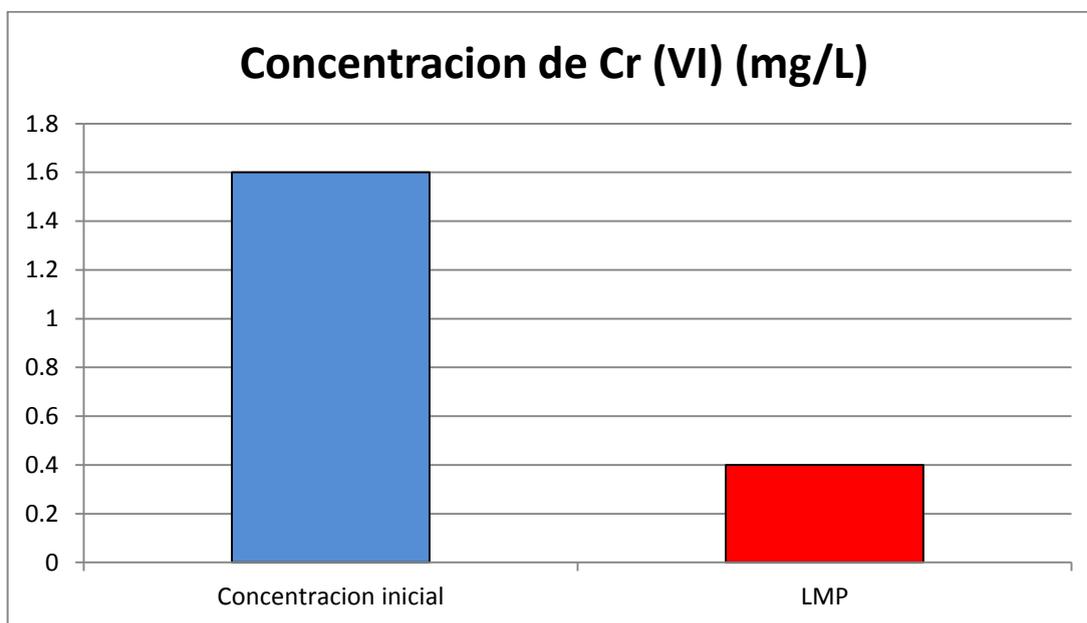
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	MUESTRA INICIAL	RESULTADOS
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB		4.2
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	MI	22.6
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		1.6

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°12 La muestra de efluente de la curtiembre tiene una característica ácida, ya que el pH tiene un valor de 4,2.

Tiene una temperatura por debajo de la ambiental, así mismo la determinación de la concentración del cromo hexavalente fue de 1,6 mg/L, lo que nos indica que hay una cantidad considerable del contaminante disuelta en la muestra de agua, la cual se espera reducir con el biosorbente a base de coronta de maíz.

Se realizó un gráfico comparativo de la concentración inicial y la normativa ambiental vigente que se utilizara como referencia.



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N°2 Comparación de concentración inicial de Cr (VI) con LMP

El grafico N° 2 se puede observar que la concentración de cromo hexavalente de la muestra inicial cuadruplica el valor del Límite máximo permisible para efluentes para alcantarillado de la industria de curtiembre que es 0.4 mg/L lo cual puede conllevar serios impactos negativos al medio ambiente y a las personas.

El decreto supremo N° 003-2002-PRODUCE, establece como límite máximo permisible para ese tipo de industrias dedicadas al curtido de pieles la concentración de 0,4 mg/L.

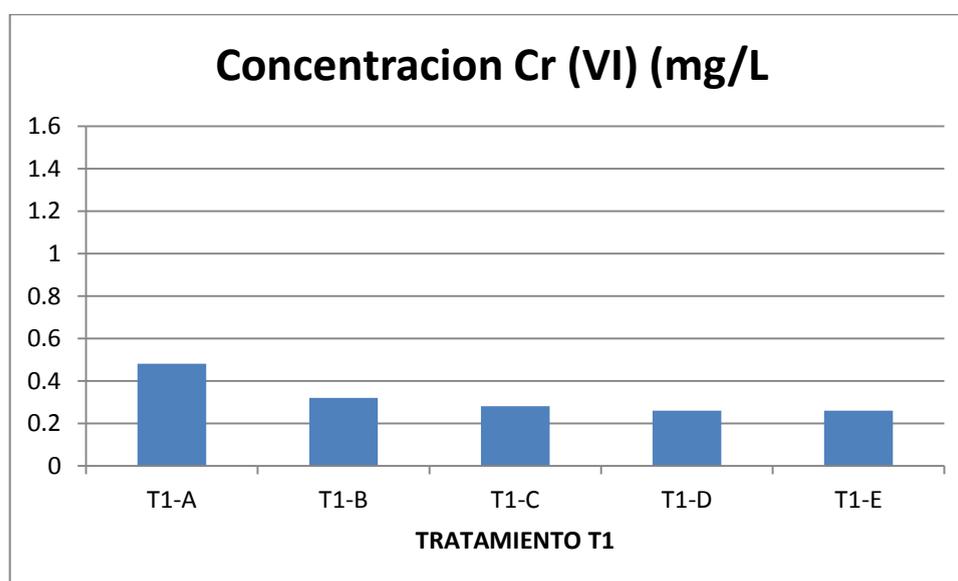
Tabla N° 13

Resultados después del tratamiento T1

PARAMETRO	UNIDAD	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB	T1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B		20,1	21,8	20,6	20,1	20,5
Cromo(VI)	mg/l	SM 3500 - Cr D		0,48	0,32	0,28	0,26	0,26

Fuente: Elaboración propia

De tabla N°13, con respecto al tratamiento T1 el mejor tratamiento es el T1-D, el cual se da después de que el biosorbente estuvo en contacto durante 60 min con la muestra.



Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 3: Concentración de Cr (VI) después de tratamiento T1.

Del grafico N°3 se aprecia que la concentración del Cr (VI) se va reduciendo con respecto al aumento de tiempo de contacto, pero llega al equilibrio después de 60 min.

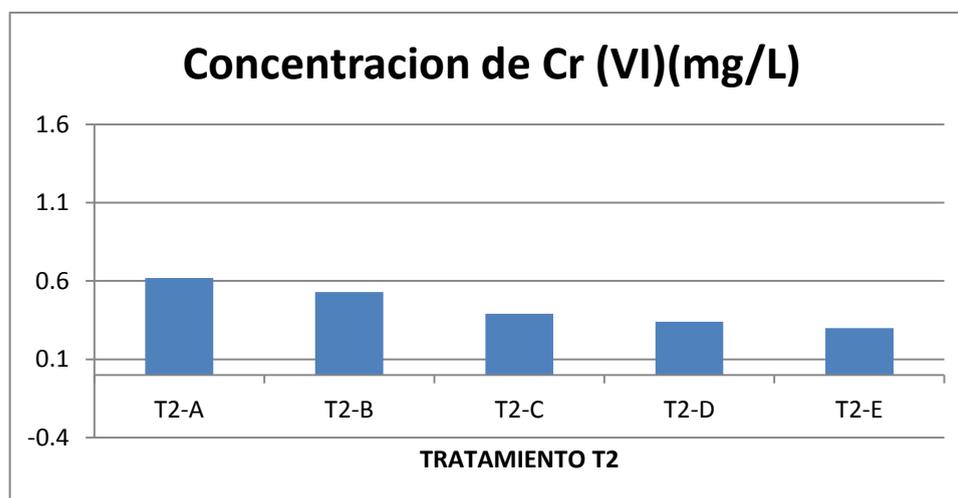
Tabla N° 14

Resultado después de tratamiento T2

PARAMETRO	UNIDAD	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T2-A	T2-B	T2-C	T2-D	T2-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB	T2	4.0	4.1	4.2	4.1	4.1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B		20.1	21.8	20.6	20.1	20.5
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		0.62	0.53	0.39	0.34	0.30

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°14 se evidencia que con respecto al tratamiento T2 el mejor tratamiento es el T2-E, el cual se da después de que el biosorbente estuvo en contacto durante 90 min con la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

Grafico N°4 *Concentración de Cr (VI) después de tratamiento T2.*

Del grafico N°4 se aprecia que la concentración del Cr (VI) se va reduciendo con respecto al aumento de tiempo de contacto.

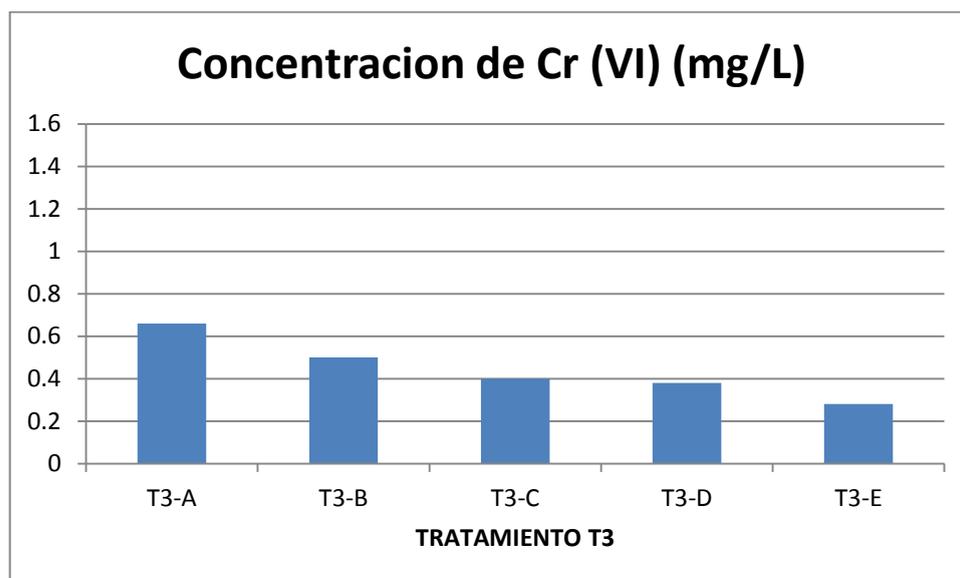
Tabla N° 15

Resultado después de tratamiento T3

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T3-A	T3-B	T3-C	T3-D	T3-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB	T3	4.2	4.1	4.2	4.1	4.1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B		20.1	21.8	20.6	20.1	20.5
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		0.66	0.50	0.40	0.38	0.28

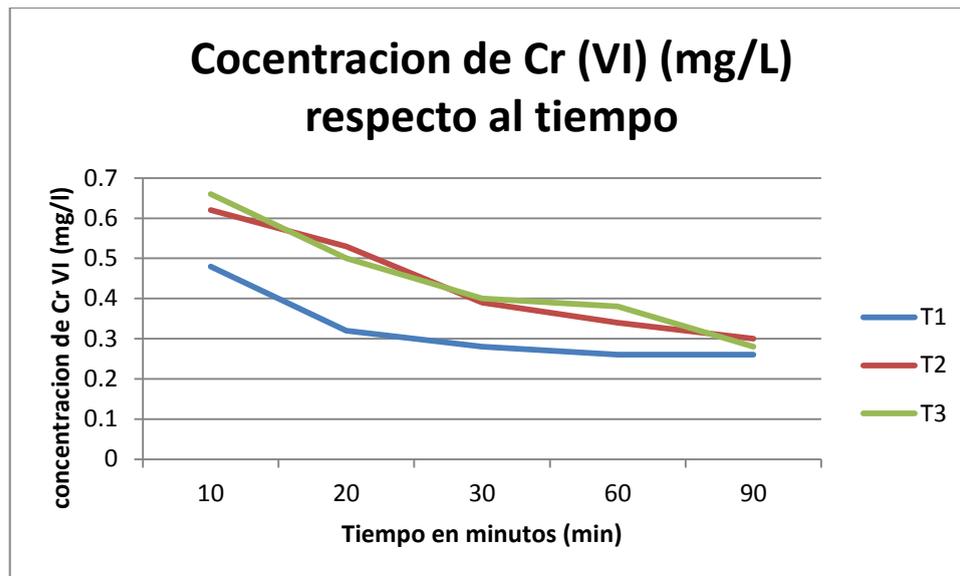
Fuente: Elaboración propia

De tabla N°15 se evidencia que con respecto al tratamiento T3 el mejor tratamiento es el T3-E, el cual se da después de que el biosorbente estuvo en contacto durante 90 min con la muestra.



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 5: Concentración de Cr (VI) después de tratamiento T3.



Fuente: Elaboración propia

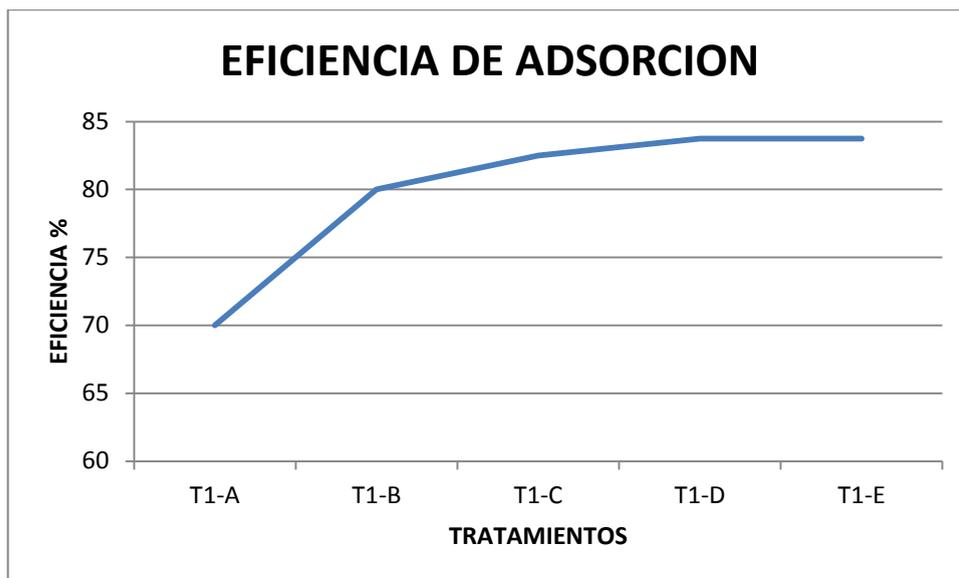
Grafico N° 6: *Concentración de Cr (VI) respecto al tiempo de contacto para los 03 tratamientos.*

Del grafico N°6 se observa que para los 03 tratamientos hubo una reducción considerable de concentración de Cromo Hexavalente, debido a la adsorción del biosorbente de coronta de maíz.

Los 03 tratamientos lograron reducir la concentración de Cromo Hexavalente, logrado cumplir con el DS-003-2002 Produce, Límite máximo permisible para efluentes para alcantarillado de la industria de curtiembre.

También se evidencia el descenso de la concentración del cromo hexavalente al transcurrir el tiempo de contacto.

Del grafico se puede identificar que el mejor tratamiento para la muestra de agua residual de la industria curtiembre es el T1 , en un tiempo de 60 min(T1-D) , debido a que a los 90 min (T1-E) la concentración se mantiene , esto quiere decir que el biosorbente se saturo y no admite más el Cr (VI).

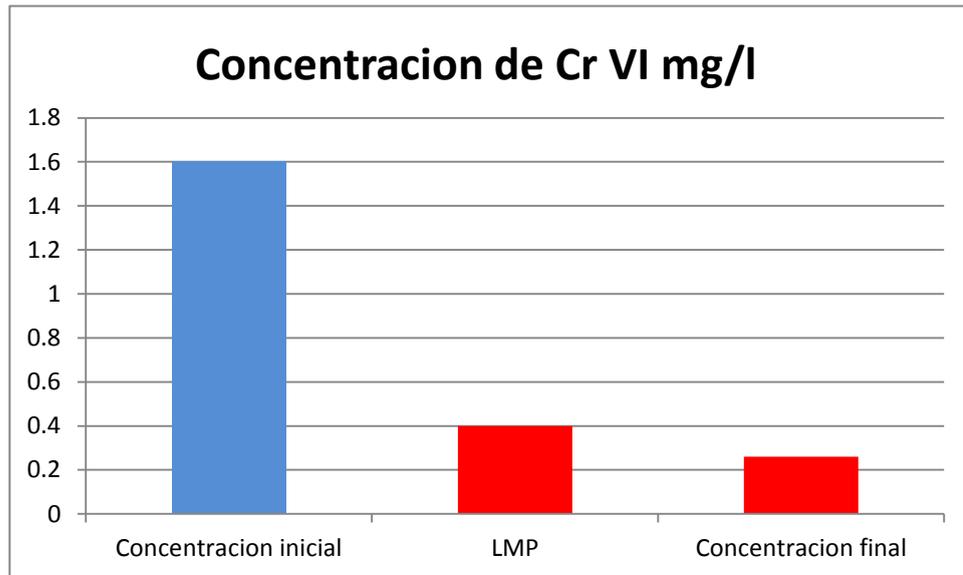


Fuente: Elaboración propia

Grafico N°7 Eficiencia de adsorción del mejor tratamiento (T1)

El grafico N°7 evidencia el tratamiento T1, el cual fue el que dio mejores resultados para la adsorción de Cromo Hexavalente, a su vez fue el tratamiento más eficiente, el cual pudo reducir de 1,6 mg/L a 0.26 mg/L.

Se puede identificar que el tratamiento T1-D, el cual con un tiempo de contacto de 60 min obtuvo una eficiencia de 83,75%.



Fuente: Elaboración propia.

Grafico N°8 Comparación de concentración inicial, final y LMP del Cr (VI)

Del gráfico 8 se puede evidenciar que gracias al tratamiento (T1-D) de la muestra con el biosorbente de coronta de maíz, se pudo llegar a reducir la concentración de Cromo Hexavalente, notablemente y así mismo pudo establecerse por debajo del LMP para este tipo de industrias.

IV DISCUSION:

Estos resultados los podemos contrastar con los obtenidos en otras investigaciones sobre la adsorción de metales pesados usando biosorbentes.

La eficiencia del biosorbente de coronta de maíz tuvo un porcentaje de remoción de 83.75%, en un tiempo de contacto de 60 min con la muestra, contrastando este resultado con el de, **JARAMILLO, D (2012)** en su tesis “Evaluación de la remoción de Cromo III proveniente de las aguas residuales de las curtiembres por el proceso de adsorción a partir de zuro de maíz como material adsorbente”. Las conclusiones a las que llegó fueron que el Cromo III fue removido por el zuro de maíz, por lo cual este material absorbente representaba una capacidad máxima de adsorción de 68.49%, en comparación con esta investigación la capacidad de adsorción de cromo Hexavalente fue mayor debido a la modificación química que se realizó.

Los resultados obtenidos de los análisis del biosorbente demostraron que con la modificación química con ácido sulfúrico, hubo un incremento en el porcentaje de lignina lo cual influyo en la adsorción del Cromo Hexavalente, concordando con **CORTES, J (2015)** en su tesis para obtener el grado de licenciada en ciencias ambientales en la Universidad Autónoma del estado de México realizó un trabajo de investigación cuyo título fue “Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente, utilizando olote de maíz”.

Las muestras con concentración de cromo Hexavalente se hicieron pasar por el sistema de doble filtración, luego del tratamiento el Cr (VI) se cuantificó las soluciones obtenidas, utilizando la técnica de espectrofotometría de UV y absorción atómica, mediante este proceso se llegó a la conclusión que las propiedades químicas del biomaterial permitieron la reducción de Cromo Hexavalente a Cromo Trivalente a través de un cambio de oxidación y no como adsorción, como se pensaba. Esto debido a que no se realizó la activación de los sitios activos con una modificación química por lo que se empleó la coronta da

maíz en su forma natural por lo cual solo efectúa procesos de reducción de cromo VI a Cromo III.

En Lima, Perú **DIAZ, C, MEDINA, R, NAVARRO, A, LLANOS, B (2013)** en su estudio científico desarrollaron una investigación denominada “Estudio de la biosorción de Cromo (VI) con quitosano cuaternario reticulado para su aplicación en biorremediación de aguas contaminadas. Llegaron a la conclusión de que el adsorbente seleccionado quitosano cuaternario, tiene la capacidad de adsorber cromo VI, con una alta eficiencia con un porcentaje de remoción de 68.2%, La cantidad de adsorbente influye en la capacidad de adsorción, los resultados demostraron que con menor tamaño de partícula de adsorbente la adsorción es más eficiente. El pH de la solución muestra determinada influencia en la capacidad de adsorción, siendo el óptimo a un pH de 4,5. Los resultados coinciden con la presente investigación, al realizar la modificación química, se logra un alta eficiencia en la adsorción del cromo Hexavalente.

De acuerdo a los datos experimentales que se determinó la modificación química aumento el porcentaje de lignina de 74,2% a 79,2% esto no concuerda con **VALLEJO, V, RODRIGUEZ, L, BARRIENTOS, B, FERNANDEZ, S (2008)** los cuales desarrollaron una investigación titulada “Sorción de cadmio de soluciones acuosas con rastrojo de maíz modificado químicamente. Unas de sus conclusiones fue que llego a determinar el porcentaje de lignina del rastrojo de maíz el cual determino un 77% similar a la presente tesis. Y con modificación química aumento a 91%.

A su vez se determinó una eficiencia 68% de remoción de cadmio con el tratamiento de biosorbente de maíz modificado químicamente con ácido sulfúrico. Y en la presente investigación se obtuvo un porcentaje de remoción de 83.75%.

En México **Netzahuatl A., Pineda Gabriela, Bagarram. B, Urbina. Eliseo (2010)**, Ejecutaron una investigación titulada “Remoción de cromo Hexavalente y cromo total por la corteza de *Pyrus Communis*. La presencia de iones de Cromo hexavalente se cuantifico por el método colorimétrico y se identificó que en las

primeras 24 horas de tiempo de contacto la corteza fue disminuyendo la concentración de Cromo hexavalente, con un porcentaje de remoción de 73.5%, estos valores indicaron que la corteza de *Pyrus Communis* fue capaz de biotransformar el Cr VI, las capacidades de remoción aumentaron a medida que aumento el tiempo de contacto. Estos resultados concuerdan con la presente investigación, debido a que mientras mayor tiempo de contacto es mayor la adsorción del cromo hexavalente obteniendo un % de remoción de 83.75%.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con **Maldonado. A, Luque. C, Urquizo, D (2011)** los cuales realizaron una investigación cuyo título fue “Biosorción de plomo de aguas contaminadas utilizando *Pennisetum Clandestinun Hochst* (Kikuyo), mediante el cual se utilizó el proceso de adsorción en prueba de jarras, la capacidad de adsorción, en este estudio se logró una capacidad adsorción de 70.4%, a una agitación de 100r.p.m., obteniendo así una alta eficiencia de remoción de plomo , corroborando así que los materiales lignocelulosicos con alto porcentaje de lignina son los que tienen afinidad por los metales pesados.

En la ciudad de Quito, Colombia **Andrango, D (2011)**, realizó una investigación en la universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, para optar el Título de Ingeniero en Biotecnología de los recursos naturales, cuyo tema título es “Estudio isotérmico de biosorción de Cromo y Cadmio en solución acuosa utilizando residuos de césped.

Concluyendo que la solución resultante para determinar la capacidad de biosorción de cromo en función del pH, se obtuvo como resultado que el pH óptimo de biosorción fue de 4 en un tiempo de 60 min, se pudo retener un máximo de 1250 mg de cromo por cada gramo de biosorbente. Contrastando con los resultados de la presente tesis se puede decir que hay cierta concordancia debido a que los tratamientos fueron eficientes aun pH de 4.2, en 60 min de tiempo de contacto obteniendo un 83.75% de remoción del contaminante.

En México, **Acosta, López. V, Coronado, Elida, cárdenas, Martínez, (2010)** Realizaron una investigación titulada “Remoción de cromo (VI), en solución acuosa por la biomasa de la cascara de Tamarindo. En esta investigación se llegó a la conclusión de que el Cromo (VI), tratado con biosorbente 1g de cascara de tamarindo, encontrando que la remoción total del metal 50mg/l ocurre a los 30 min a pH, de 1.0 y 28°C, contrastando los resultados con la presente investigación se determinó que el 83.75% de cromo hexavalente es removido a pH 4.2 con un tiempo de contacto de 60 min.

V CONCLUSION:

- Los resultados demuestran que el biosorbente de coronta de maíz es eficiente para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa- 2016. Encontrando un porcentaje de remoción de 83.75% en el tratamiento T1-D.
- Las características de fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz influyen en la adsorción del cromo hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016. Ya que en todos los tratamientos se logró un resultado eficiente, pero el T1 fue el mejor, habiendo una diferencia de 0,2 mg/l respecto al T2 y T3.
- Los resultados del análisis de FTIR, a la coronta de maíz sin modificación química y con modificación química, demostraron que el porcentaje de lignina es muy alto, por lo cual se logra la adsorción del Cromo hexavalente, así mismo el tamaño de partícula es indirectamente proporcional al porcentaje de adsorción, ya que el tratamiento con biosorbente de menor tamaño obtuvo los mejores resultados de adsorción.
- Los resultados obtenidos han demostrado que el biosorbente a base de coronta de maíz es eficiente en la adsorción del cromo hexavalente en efluentes de la industria curtiembre, superando el porcentaje de adsorción de otros biosorbentes de referencia. Así mismos este proceso puede ser aplicado a otras industrias en cuyos efluentes hay presencia del cromo hexavalente, aprovechando así estos residuos y con ello abaratar los costos de tratamiento para estos efluentes.

VI RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar los de los grupos funcionales presentes en el biosorbente para así determinar con exactitud los grupos que intervienen en la adsorción.
- Se recomienda realizar un estudio del impacto ambiental causado por este tipo de empresas, ya el efluente entra en contacto con el suelo y puede contaminar la tierra o llegar a cuerpos de agua cercanos, así como realizar pruebas de monitoreo ocupacionales a los trabajadores.
- Se recomienda aplicar la investigación teniendo en cuenta otras condiciones como, concentraciones más altas de cromo hexavalente, variación respecto a las cantidades del biosorbente.

VII REFERENCIAS:

- ACOSTA, Ismael .REMOCIÓN de cromo (VI) en solución acuosa por la biomasa de la cáscara de tamarindo (*tamarindus indica*) *Biotecnología y Bioingeniería* [En línea] [Fecha de consulta 18 de Agosto del 2016] Vol. 14 no 3. Disponible en: http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2010_3/Biotecnologia2010_Vol14_No_3.pdf
ISSN: 0188-4786.
- ANDRANGO Caizapanta, Daniel Xavier. Estudio isotérmico de biosorción de Cromo y Cadmio en solución acuosa utilizando residuos de césped. Tesis (Ingeniero en Biotecnología de los recursos naturales). Quito, Ecuador: Universidad politécnica salesiana. 2011. 44p.
- ARTUZ, Luis, MARTINEZ, Myriam, MORALES, Claudia .Las Industrias Curtiembres y su incidencia en la contaminación del Rio Bogotá. [En Línea] [Fecha de Consulta 10 de Octubre del 2016] Disponible en: http://www.academia.edu/27603969/Las_industrias_curtiembres_y_su_incidencia_en_la_contaminacion_del_rio_Bogota.
- CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica.1ed LIMA : San Marcos , 2007.474 p. ISBN : 9789972383441
- CORDOVA, Hansel. Influencia del uso de acomplexante en el baño de curtido sobre la calidad final del Cuero. *Revista de la sociedad Química del Perú*, Vol. 79 (4), Setiembre 2013.
ISSN: 1810-634X.
- CORTES Velásquez, Jennifer. Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente, utilizando olote de maíz. Tesis (Licenciada en Ciencias

Ambientales). México: Universidad Autónoma del estado de México, Facultad de planeación urbana y regional, 2015. 112p.

- CONTAMINACIÓN ambiental una visión desde la química por Carmen O, Barrenetxea [et al.]. 4ª Ed. España: Thomson, 2003. 678p.
ISBN: 8497321782
- DIAZ, Carlos. Estudio de la biosorción de cromo (VI) con quitosano cuaternario reticulado para su aplicación en biorremediación de aguas contaminadas. *Revista de la Sociedad Química Del Perú*. Vol. 79 (4), Noviembre 2013.
ISSN 1810-634X.
- El MAÍZ en los trópicos: Mejoramiento y producción [en línea] por Ripusudan L. Paliwal [et al.]. Roma: FAO, 2001 [fecha de consulta: 6 de octubre 2016]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM> ISBN: 9253044578
- Environmental Protection Agency 1998 Toxicological review of Hexavalent Chromium, Washington DC, [En Línea] [Fecha de consulta 4 de Octubre del 2016] EEUU 1988 Disponible en https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=221433.
- GONZALES, Mario. Coconut coir as biosorbent for Cr (VI) removal from laboratory wastewater, *El Sevier*, [En línea] [Fecha de e consulta 10 de Octubre del 2016] Disponible en : https://www.researchgate.net/profile/Ana_Rita_Nogueira/publication/5485780_Cocconut_coir_as_biosorbent_for_CrVI_removal_from_laboratory_wastewater/links/0deec529db2de5121c000000.pdf
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. (5° ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010 736p ISBN: 978-607-150291-9.

- JARAMILLO, Diego, NAVARRETE, Luisa, AGUDELO, Rafael. Evaluación de la remoción de cromo proveniente de las aguas residuales de las curtiembres por el proceso de adsorción a partir del zuro de maíz como material adsorbente. [En línea] 2012 [Fecha de consulta: 16 de agosto del 2016].
Disponible en: <http://aiquruguay.org/congreso/download/TL12.pdf>
- LARA, Martin Ángeles .Caracterización y aplicación de biomasa residual a la eliminación de metales pesados .Tesis (Doctor en Ciencias tecnología del medio ambiente).Granada, España: Universidad de Granada .2008. 424 p.[En Línea] [Fecha de consulta 05 de Octubre del 2016] ISBN :978-84-391-4095-6 .Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1906/1/17514629.pdf>
- LAVADO, Carmencita .Remoción de Cromo VI, empleando carbones preparados por activación química a partir de las astillas de eucalipto. *Revista de la sociedad Química Del Perú*, Vol. 78 no1, Febrero 2012.
ISSN: 810-634X.
- MALDONADO, Amanda, LUQUE, Celestino, URQUIZO, Duvalier. Biosorción de plomo de aguas contaminadas utilizando pennisetum clandestinum hochst (kikuyo).*Revista Latinoamericana de metalurgia y materiales Perú* 2012.
ISSN: 2244-7113.
- MILLER, S. Gagnet, A. & Worden, R. (1999). Reporte Técnico para la Industria de Curtiembres en el Perú. Lima: CONAM.
- MWINYIHIJA, M. 2010 “Main Pollutants and Environmental Impacts of Tanning Industry”. *Ecotoxicological Diagnosis in the Tanning Industry*. Nueva York 2010[En Línea][Fecha de consulta 04 de Octubre del 2016] ISBN:978-1-4419-6265-2.
Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-6266-9>.

- NETZAHUATL, Rosa .Remoción de cromo hexavalente y cromo total por la corteza de *Pyrus Communis* .*Revista CENIC ciencias químicas*. vol. 41 no 4 [En Línea][Fecha de consulta 18 de agosto 2016], Disponible en: [http://revista.cnic.edu.cu/revistaCQ/articulos/remoci%C3%B3n de cromo hexavalente -y-cromo-total-por-la-corteza-de-pyrus-communis](http://revista.cnic.edu.cu/revistaCQ/articulos/remoci%C3%B3n_de_cromo_hexavalente_-_y-cromo-total-por-la-corteza-de-pyrus-communis). ISSN: 2221-2442.
- PAREDES, Ana .Adsorción de metales pesados empleando carbones activados preparados partir de semillas de aguaje. *Revista de la sociedad Química Del Perú*, Vol. 80(4), Julio 2014. ISSN: 1810-634X
- RAMOS, Rincón, Marisol. Estudio del proceso de biosorción de colorantes sobre Borra (Cuncho) de café. Tesis (Magister en ciencias Químicas).Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, 2010,128p.
- RODIER, J, Análisis de Aguas. Barcelona: Ediciones Omega 1998, 580p ISBN: 84-282-06252.
- RODRIGUEZ Muñoz, Jaime. Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de choclo cultivado a dos distancias de siembra. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Guayaquil, Ecuador: Universidad Estatal de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, 2013. 74 p
- TEJADA, Candelaria .Aprovechamiento de cascaras de Yuca y Ñame para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con Pb (II) *Información Tecnológica Colombia*, Vol. 27 (1), Abril 2016. ISSN: 0718-0764.
- VICENTE, Iván, RODRIGUEZ, Beatriz, FERNANDEZ, Suilma. sorción de cadmio de soluciones acuosas con rastrojo de maíz modificado químicamente. [En línea], Fecha de consulta 10 de agosto 2016] Julio2008. Disponible en : <http://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/281918/369759>

ANEXOS

Anexo N°1: instrumento de recolección de datos (ficha de observación) –Variable independiente.

FICHA DE OBSERVACION PARA RECOGO DE DATOS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	
Desarrollo de investigación	Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cr (VI) en aguas residuales de la industria Curtimbre Huachipa -2016
Investigador	Jesús Agustín Muñiz Rondán
Asesor	Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro
Lugar	Laboratorio de calidad - Universidad Cesar Vallejo Lima Este

VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE TRATAMIENTO	Parámetros fisicoquímicos de la coronta de maíz			Características Funcionales de la coronta de maíz	
		Porcentaje de humedad	Porcentaje de cenizas	Masa	Tamaño de partícula	Porcentaje de lignina
EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ						

Anexo N°2: instrumento de recolección de datos (ficha de observación) –Variable dependiente.

FICHA DE OBSERVACION PARA RECOGO DE DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	
Desarrollo de investigación	Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cr (VI) en aguas residuales de la industria Curtiembre Huachipa -2016
Investigador	Jesús Agustín Muñiz Rondán
Asesor	Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro
Lugar	Laboratorio de calidad - Universidad Cesar Vallejo Lima Este

VARIABLE DEPENDIENTE	Muestra de tratamiento	Concentración inicial de Cr (VI) en el agua residual de la industria de curtiembre	Reducción de Cr (VI) en las aguas residuales de la industria de curtiembre.		Cumplimiento con el límite máximo permisible (Produce 2002)
		Cantidad de Cr (VI) en el agua residual de la industria curtiembre	Concentración de Cr (VI) después de tratamiento	Porcentaje de remoción de Cr (VI) después de tratamiento	Cumplimiento de Imp
ADSORCION DE Cr (VI) DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE					

Anexo N°3: Fichas de validación de datos.



INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Luis GAMARRA CHAVARRY
 I.2. Cargo e Institución donde labora: UCV / SENAMHI
 I.3. Especialidad del experto: INGENIERIA GEOGRAFICA
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA DE OBSERVACION PARA RECCO DE DATOS
 I.5. Autor del instrumento: Jesús Agustín Muñiz Rondon

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				✓	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				✓	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de				✓	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				✓	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				✓	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				✓	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				✓	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				✓	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				✓	

ITEMS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ

N°	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Porcentaje de humedad	✓			
2.	Contenido de cenizas	✓			
3.	Masa	✓			
4.	Tamaño de partícula	✓			
5.	% De Lignina	✓			



ITEMS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: ADSORCIÓN DE Cr HEXAVALENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE CÉSAR VALLEJO

17	Cantidad de Cr Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.	✓			
18	Concentración de Cr Hexavalente después de tratamiento	✓			
19	Porcentaje de remoción del Cr Hexavalente después del tratamiento.	✓			
20	Cumplimiento de LMP	✓			

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. _____
2. _____

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

San Juan de Lurigancho, 30 de 11 del 2016

75



 Firma de experto informante
 DNI:
 10228440

INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg. Quijano Pacheco, Wilber.
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE
 I.3. Especialidad del experto: Recursos Naturales
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de Observación para recoger datos
 I.5. Autor del instrumento: Jesús Agustín Muñiz Rondañ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				80	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				80	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				80	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				80	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretendo medir.				80	

ITEMS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ

N	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Porcentaje de humedad	/			
2.	Contenido de cenizas	/			
3.	Masa	/			
4.	Tamaño de partícula	/			
5.	% De Lignina	/			

17	Cantidad de Cr Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.	/			
18	Concentración de Cr Hexavalente después de tratamiento	/			
19	Porcentaje de remoción del Cr Hexavalente después del tratamiento.	/			
20	Cumplimiento de LMP	/			

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. _____
2. _____

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

80

San Juan de Lurigancho, 26 de 11 del 2016

.....
 Firma de experto informante
 DNI:660.87600.....

INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: OPRENDI (DORIS) DANIELA
 I.2. Cargo e Institución donde labora: Docente UCV - CITE
 I.3. Especialidad del experto: HECHOS EN INVESTIGACION
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA DE OBSERVACION PARA REGISTRO DE DATOS
 I.5. Autor del instrumento: JESUS MUNIZ RONDAN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				70%	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				70%	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				70%	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de				70%	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				70%	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				70%	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responde al propósito de la investigación				70%	
CONSISTENCIA	Considera que los items utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				70%	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				70%	
METODOLOGÍA	Considera que los items miden lo que pretende medir.				70%	

ITEMS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ

N°	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Porcentaje de humedad	✓			
2.	Contenido de cenizas	✓			
3.	Masa	✓			
4.	Tamaño de partícula	✓			
5.	% De Lignina	✓			



ITEMS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: ADSORCIÓN DE Cr HEXAVALENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE CÉSAR VALLEJO

		SUFICIENTE	MEJORA EN EL INSUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
17	Cantidad de Cr Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.	✓			
18	Concentración de Cr Hexavalente después de tratamiento	✓			
19	Porcentaje de remoción del Cr Hexavalente después del tratamiento.	✓			
20	Cumplimiento de LMP	✓			

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. S aplicable.
2. _____

IV. PROMEDIO DEVALORACION:

70%

San Juan de Lurigancho, 24 de 11 del 2016

.....
 Firma de experto informante
 DNI: 0.7.7.9.2.26

INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Felicio Reyes L
 I.2. Cargo e Institución donde labora: Doc
 I.3. Especialidad del experto: Doc. LV
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación para ingreso de datos
 I.5. Autor del instrumento: Jesús Agustín Huáza Roodan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				75	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				75	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				75	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de				75	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				75	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				75	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				75	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				75	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				75	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				75	

ITEMS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ

N°	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Porcentaje de humedad	}			
2.	Contenido de cenizas				
3.	Masa				
4.	Tamaño de partícula				
5.	% De Lignina				

17	Cantidad de Cr Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.				
18	Concentración de Cr Hexavalente después de tratamiento				
19	Porcentaje de remoción del Cr Hexavalente después del tratamiento.				
20	Cumplimiento de LMP				

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. _____
2. _____

IV. PROMEDIO DEVALORACION:

75

San Juan de Lurigancho, 23 de 11 del 2016



 Firma de experto informante
 DNI: ..87764062.....

INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr. Mg. José Eloy Cuevas Bautista
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION / INIA
 I.3. Especialidad del experto: INGENIERO FORESTAL
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA DE OBSERVACION PARA RECOPILACION DE DATOS
 I.5. Autor del instrumento: JOSÉ DAVID MUÑOZ RONDON

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				80	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				80	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				80	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				80	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				80	

ITEMS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ

N°	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.	Porcentaje de humedad	x			
2.	Contenido de cenizas	x			
3.	Masa	x			
4.	Tamaño de partícula	x			
5.	% De Lignina	x			

17	Cantidad de Cr Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.	2			
18	Concentración de Cr Hexavalente después de tratamiento	2			
19	Porcentaje de remoción del Cr Hexavalente después del tratamiento.	2			
20	Cumplimiento de LMP	2			

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. NINGUNO
- 2.

IV. PROMEDIO DEVALORACION:

80%

San Juan de Lurigancho, 23 de Nov del 2016

.....
 Firma de experto informante
 DNI: 936703

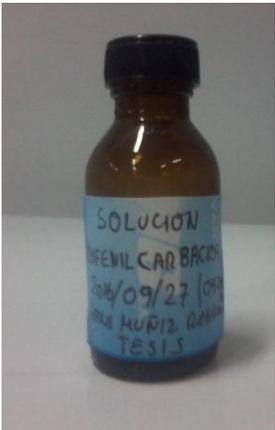
Anexo N°4: Matriz de consistencia.

TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
GENERAL	¿Cuáles es la eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de CromoHexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?	Determinar la eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?	El biosorbente de coronta de maíz es eficiente para la adsorción de CromoHexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa 2016.	EFICIENCIA DEL BIOSORBENTE DE CORONTA DE MAIZ (variable independiente)	La eficiencia de la coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente depende de las características fisicoquímicas como la masa , humedad del biosorbente, así mismo su funcionalidad dependerá principalmente de la presencia de la lignina en el biosorbente.(GONZALES 2008)	Para medir estas variables se utilizaran equipos de laboratorio para determinar las características fisicoquímicas y funcionales de la coronta de maíz.	Parámetros fisicoquímicos de la coronta de maíz	Porcentaje de humedad	%
								contenido de cenizas	%
GENERAL	¿Cuáles son las características del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?	Determinar las características fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa -2016.	Las características fisicoquímicas del biosorbente de coronta de maíz influyen en la adsorción de CromoHexavalente en las aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa -2016.	ADSORCION DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE (variable dependiente)	La concentración de Cromo Hexavalente según el límite máximo permisible para descarga de efluentes de la industria curtiembre (Produce 2002)	Para medir esta variable se utilizará el espectrofotometro de adsorción atómica para conocer la concentración de Hexavalente presente en las aguas residuales de la industria curtiembre después del tratamiento con coronta de maíz y los resultados se compararan con la normativa ambiental vigente.	Características funcionales de la coronta de maíz	Tamaño de partícula	Um
								Porcentaje de Lignina	%
ESPECIFICO	¿Cuáles son las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de CromoHexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016?	Especificar las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016.	Las características funcionales del biosorbente de coronta de maíz permiten la adsorción de Cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa -2016.				Concentración inicial de Cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre.	Cantidad de Cromo Hexavalente en el agua residual de la industria curtiembre.	mg / l
								Concentración de Cromo Hexavalente después de tratamiento.	mg / l
ESPECIFICO							Reducción de Cromo Hexavalente en las aguas residuales de la industria de curtiembre.	Porcentaje de remoción de Cromo Hexavalente después de tratamiento	%
								Cumplimiento de LMP	mg / l

Anexo N°5: Panel Fotográfico. Descripción maíz

Panel Fotográfico	Descripción
	<p>Punto de muestreo , Efluente de agua descargado por botal.</p>
	<p>Se recolecto 20 Litros de muestra.</p>

Panel Fotográfico	Descripción
	<p>Coronta de maíz , insumo para la preparacion del biosorbente.</p>
	<p>La coronta de maíz es triturada para reducir su tamaño.</p>
	<p>Secado de la coronta de maíz , con el objetivo de eliminar la humedad y poder ser molida y tamizada.</p>

Panel Fotográfico	Descripción
	<p>Se preparo una solución patron de Cromo hexavalente.</p>
	<p>Preparación de solución acida difenilcarbazida.</p>
	<p>Se preparo una curva de calibración para el cromo hexavalente.</p>

Panel Fotográfico	Descripción
	<p>Pesado del biosorbente en la balanza anlitica.</p>
	<p>Se pesa la dosis a emplear para los tratamientos.</p>
	<p>Se procede a trasvasar el bisorbente a la muestra para empezar el tratamiento.</p>

Panel Fotográfico	Descripción
 <p>A magnetic stirrer with a digital display showing '100' and 'End'. Three beakers containing a yellow liquid are placed on the stirrer's surface, each with a magnetic bar.</p>	<p>Se realiza el mezclado del biosorbente con la muestra durante un tiempo determinado.</p>
 <p>A laboratory setup for filtration. Three funnels containing a white solid (biosorbent) are placed on top of three beakers. The beakers contain a yellow liquid, which is being filtered through the funnels.</p>	<p>Luego del tratamiento , la muestra es filtrada para separarla del biosorbente y poder ser analizada.</p>
 <p>A spectrophotometer (left) and a cuvette containing a pink liquid (right). The cuvette is used for measuring the concentration of hexavalent chromium in the sample.</p>	<p>Por ultimo se analizo la concentración de la presencia de cromo hexavalente en la muestra ya tratada, con el espectrofotometro.</p>

Anexo N°6: Resultados de análisis de muestras

**ENSAYO N°010-2016-TESIS
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL - UCV
INFORME DE RESULTADOS AGUAS**

Alumno : Muñiz Rondan Jesús Agustín
Tipo de ensayos : Análisis Físicoquímicos
Tipo de muestra : Agua residual industrial
Identificación de la muestra : T1-A,T1-B,T1-C,T1-D,T1-E / T2-A,T2-B,T2-C,T2-D,T2-E / T3-A,T3-B,T3-C,T3-D,T3-E
Muestra tomada por : Muñiz Rondan Jesús Agustín
Fecha ingreso de muestra : 15-09-2016
Lugar que se realizó el ensayo : Laboratorio de Calidad Ambiental - UCV
Fecha de realización de ensayos: 20 -09-2016 - 15-10-2016

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	MUESTRA INICIAL	RESULTADOS
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 4500 HB	MI	4.2
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 2550 B		22.6
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		1.6

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 4500 HB	T1	4.2	4.1	4.2	4.1	4.1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 2550 B		20.1	21.8	20.6	20.1	20.5
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		0.48	0.32	0.28	0.26	0.26

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T2-A	T2-B	T2-C	T2-D	T2-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 4500 HB	T2	4.0	4.1	4.2	4.1	4.1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 2550 B		20.1	21.8	20.6	20.1	20.5
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		0.62	0.53	0.39	0.34	0.30

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS				
				T3-A	T3-B	T3-C	T3-D	T3-E
pH	pH	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 4500 HB	T3	4.2	4.1	4.2	4.1	4.1
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) metodo 2550 B		20.1	21.8	20.6	20.1	20.5
Cromo VI	mg/l	SM 3500 - Cr D		0.66	0.50	0.40	0.38	0.28


 ASISTENTE DEL LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 Daniel Neciosup Gonzales


 V. C. ALVARO
 LABORATORIO QUIMICO
 Reg. CP N° 1199

ENSAYO N°010-2016-TESIS
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL - UCV
INFORME DE RESULTADOS ALIMENTO

Alumno : Muñiz Rondan Jesús Agustín
 Tipo de ensayos : Análisis Físicos
 Tipo de muestra : Coronta de maíz
 Identificación de la muestra : C-1 / C-2 / C-3
 Muestra tomada por : Muñiz Rondan Jesús Agustín
 Fecha ingreso de muestra : 10-09-2016
 Lugar que se realizó el ensayo : Laboratorio de Calidad Ambiental - UCV
 Fecha de realización de ensayos: 10-09-2016 - 15-09-2016

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometría	um	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.	C1	180
Masa	g	Gravimetría		300
Humedad	%	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetría)		1.19
Cenizas	%	Oficial Methods of Análisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetría)		96.2

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometría	um	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.	C2	250
Masa	g	Gravimetría		300
Humedad	%	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetría)		0.99
Cenizas	%	Oficial Methods of Análisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetría)		95.3

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	TRATAMIENTO	RESULTADOS
Granulometria	um	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.	C3	355
Masa	g	Gravimetria		300
Humedad	%	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. (Gravimetria)		0.89
Cenizas	%	Oficial Methods of Analisis AOAC 15 th Edition, 1990 (Gravimetria)		96.5


 ASISTENTE DEL LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 Daniel Neciosup Gonzales


 V.º B.º Mg Elmer Benites Alfaro
 ELMER GONZALEZ BENITES ALFARO
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 71998

INFORME DE ENSAYO
N° 387-2016

Cliente : JESÚS AGUSTIN MUÑIZ RONDAN
 Referencia USAQ : 312-01
 Cotización : 437-2016/USAQ-FQIQ
 Muestra : LIGNINA
 Fecha de Recepción : 11/11/2016
 Fecha de Emisión : 16/11/2016

RESULTADO DE ANALISIS DETERMINACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRIA INFRARROJA

Código de Muestra USAQ	Referencia y Código del Cliente	Observaciones
312-01	<p style="text-align: center;">MUESTRA T 1</p>	<p>Del análisis FT-IR se observa que el espectro de la muestra presenta los siguientes picos: (cm⁻¹) 871.82 898.83 1029.99 1153.43 1242.16 1315.45 1369.46 1415.75 1516.05 1554.63 1604.77 1631.78 1728.22 2920.23 3309.85 El espectro de la muestra es similar al espectro de LIGNINE en 74,20 % de probabilidad según la biblioteca espectral</p> <ul style="list-style-type: none"> • 461 NICODOM IR Polymers
312-02	<p style="text-align: center;">MUESTRA T 2</p>	<p>Del análisis FT-IR se observa que el espectro de la muestra presenta los siguientes picos: (cm⁻¹) 829.39 864.11 1022.27 1103.28 1157.29 1199.72 1357.89 1419.61 1454.33 1504.48 1539.20 1554.63 1600.92 1647.21 1666.50 1681.93 1697.36 1712.79 2353.16 2920.23 3332.99 El espectro de la muestra es similar al espectro de LIGNINE en 79,20 % de probabilidad según la biblioteca espectral</p> <ul style="list-style-type: none"> • 461 NICODOM IR Polymers

Muestra Proporcionada por el Cliente

Método: DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS POR FT-IR USAQ-ME 10


Quim. Marín Angélica Rodríguez Best
 Directora de la USAQ
 - CQP: 597

Nota: El presente informe solamente es válido en su estado original y se refiere únicamente a la muestra analizada cualquier corrección, o errata en el mismo lo anula automáticamente.
 Observ: La muestra podrá ser devuelta dentro del plazo de 15 días calendario de Entregado el Informe de Ensayo, dado el tiempo indicado no se aceptarán reclamos ni devoluciones.

IE-387-2016 JESUS AGUSTIN MUÑIZ RONDAN(Página 1 de 1)