



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“INFLUENCIA DEL pH Y GRANULOMETRÍA DE LA CÁSCARA DE *CITRUS SINENSIS* (naranja) EN LA BIOADSORCIÓN DE CROMO EN EFLUENTE DE ETAPA DE CURTIDO, CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

BACA MEZA JHOEL FORTEN

**ASESOR**

VALDERRAMA RAMOS ISIDORO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

**TRUJILO - PERÚ**

**2018**

**PÁGINA DEL JURADO**

**TITULO:**

“INFLUENCIA DEL pH Y GRANULOMETRÍA DE LA CÁSCARA DE *CITRUS SINENSIS* (naranja) EN LA BIOADSORCIÓN DE CROMO EN EFLUENTE DE ETAPA DE CURTIDO, CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE”

**TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADO POR:

---

**Dr. CRUZ MONZON, JOSE ALFREDO  
PRESIDENTE**

---

**Mg. VILLACORTA GONZALES MISAEL YDILBRANDO  
SECRETARIO**

---

**Msc. VALDERRAMA RAMOS ISIDORO  
VOCAL**

## **DEDICATORIA**

**A Dios** que me permite día a día a seguir adelante, que me acompaña en las buenas y en las malas; aquel que me fortalece y me guía en este largo camino.

### **A mis Padres Forten y Valeria**

Por su apoyo permanente, amor y gratitud es lo que siento para ellos, por creer en mí y haberme apoyado en todo momento, por ser mi fuerza, mi guía y motivación para seguir adelante y cumplir con cada meta trazada.

### **A mis Hermanos**

Quienes han sido mis compañeros inseparables en cada momento, por su apoyo y consejos de superación.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de adquirir y enriquecerme con conocimientos, a lo largo del desarrollo de mi carrera académica, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mi asesor Ing. Valderrama Ramos Isidoro.

A la curtiembre Ecológica del Norte. Por haberme permitido ingresar a sus instalaciones para poder extraer muestra de agua residual, también por las facilidades de información proporcionada.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Jhoel Forten Baca Meza con DNI N° 72448572, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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.

Trujillo, junio 29 del 2018

---

Baca Meza, Jhoel Forten  
DNI 72448572

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulado “INFLUENCIA DEL pH Y GRANULOMETRÍA DE LA CÁSCARA DE *CITRUS SINENSIS* (naranja) EN LA BIOADSORCIÓN DE CROMO EN EFLUENTE DE ETAPA DE CURTIDO, CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental.

El Autor

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	V
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	VI
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	XI
<b>ABSTRACT</b> .....	XII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>1.1. Realidad problemática</b> .....	11
<b>1.2. Trabajos previos</b> .....	12
<b>1.3. Teorías relacionadas al tema</b> .....	15
<b>1.3.1. Bioadsorción</b> .....	15
<b>1.3.2. Tipos de adsorción</b> .....	15
<b>1.3.3. Isotermas de bioadsorción</b> .....	16
<b>1.3.4. Cromo</b> .....	17
<b>1.3.5. Influencia en la bioadsorción</b> .....	17
<b>1.3.6. Influencia del pH</b> .....	17
<b>1.3.7. Influencia de la cantidad de bioadsorbente.</b> .....	17
<b>1.3.8. Influencia de granulometría</b> .....	17
<b>1.3.9. Influencia de tiempo</b> .....	18
<b>1.3.10. Impacto del cromo</b> .....	18
<b>1.3.11. Etapa de curtido</b> .....	18
<b>1.3.12. Residuo bioadsorbente</b> .....	19
<b>1.3.13. Cáscara de naranja</b> .....	19
<b>1.3.14. Curtiembre ecológica del norte</b> .....	19
<b>1.4. Formulación del problema</b> .....	20
<b>1.5. Justificación</b> .....	20
<b>1.6. Hipótesis</b> .....	20
<b>1.7. Objetivos</b> .....	21
<b>1.7.1. General</b> .....	21
<b>1.7.2. Específicos</b> .....	21
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	21
<b>2.1. Diseño de investigación:</b> .....	21

<b>2.2. Variables y operacionalización</b> .....	23
<b>2.2.1. Variables</b> .....	23
<b>2.2.2. Operacionalización de variables</b> .....	24
<b>2.3. Población y muestra</b> .....	25
<b>2.4. Técnicas de recolección de datos</b> .....	25
<b>2.5. Equipos, materiales y reactivos</b> .....	26
<b>2.6. Métodos de análisis de datos</b> .....	26
<b>2.7. Aspectos éticos</b> .....	27
<b>III. RESULTADOS</b> .....	28
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	38
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>ANEXOS</b> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Diseño de investigación.....	22
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de variables .....	24
<b>Tabla 3.</b> Parámetros fisicoquímicos.....	25
<b>Tabla 4.</b> Materiales y equipos .....	26
<b>Tabla 5.</b> Valores máximos admisibles .....	28
<b>Tabla 6.</b> Resultados de remoción de cromo con tamaño de granulometría 0,250 mm.....	29
<b>Tabla 7.</b> Resultados de remoción de cromo con tamaño de granulometría 0,500 mm.....	31
<b>Tabla 8.</b> Resultado óptimo de cada granulometría 0,250 mm y 0,500 mm .....	33
<b>Tabla 9.</b> Prueba de igualdad de variaciones de levence.....	34
<b>Tabla 10.</b> Prueba de normalidad con relación a la granulometría .....	35
<b>Tabla 11.</b> Prueba de normalidad con relación al pH.....	35
<b>Tabla 12.</b> Análisis de la varianza.....	36
<b>Tabla 13.</b> Prueba post anova según tukey.....	37
<b>Tabla 14.</b> Datos para determinar la adsorción de cromo .....	46
<b>Tabla 15.</b> Valores máximos admisibles d.s 021-2009 vivienda .....	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Concentración de cromo en función del tiempo y diferente valor de pH para tamaño de granulometría 0,250 mm .....	30
<b>Figura 2:</b> Concentración de cromo en función del tiempo y diferente valor de pH para tamaño de granulometría 0,500 mm .....	32
<b>Figura 3:</b> Concentración de cromo en función del tiempo para la granulometría 0,250 mm y 0,500 mm a diferente valor de pH .....	33
<b>Figura 4:</b> Medidas marginales estimadas .....	37
<b>Figura 5:</b> Acopio de cáscara de naranja procedente del mercado santo dominguito .....	48
<b>Figura 6:</b> Lavado de la cáscara de naranja con agua destilada.....	48
<b>Figura 7:</b> Secado de la cáscara .....	49
<b>Figura 8:</b> Trituración de la cáscara de naranja en mortero .....	49
<b>Figura 9:</b> Tamiz de tamaño de granulometría 0,250 mm .....	50
<b>Figura 10:</b> Tamiz de tamaño de granulometría 0,500 mm .....	50
<b>Figura 11:</b> Tamiz para la obtención de diferentes granulometrías .....	51
<b>Figura 12:</b> Peso la cantidad de granulometría obtenida .....	51
<b>Figura 13:</b> Cantidad obtenida de granulometría 0,250 mm.....	52
<b>Figura 14:</b> Cantidad obtenida de granulometría 0,500 mm.....	52
<b>Figura 15:</b> Extracción de agua residual del botal curtidor .....	53
<b>Figura 16:</b> Recolección de la muestra .....	53
<b>Figura 17:</b> Botal curtidor .....	54
<b>Figura 18:</b> Filtración de la muestra .....	54
<b>Figura 19:</b> Regulación a pH 4, 5 y 6 con bicarbonato de sodio .....	55
<b>Figura 20:</b> Aplicación de los tratamientos en el tes de jarras.....	55
<b>Figura 21:</b> Extracción de 100 ml de cada tratamiento para su análisis .....	56
<b>Figura 22:</b> Filtración previo envío a laboratorio .....	56
<b>Figura 23:</b> Exterior de la Curtiembre Ecológica del Norte .....	57
<b>Figura 24:</b> Coordenadas de la ubicación de la Curtiembre Ecológica del Norte .....	57
<b>Figura 25:</b> Análisis de muestra de cáscara de naranja.....	58
<b>Figura 26:</b> Análisis del primer tratamiento .....	59
<b>Figura 27:</b> Análisis del segundo tratamiento.....	60
<b>Figura 28:</b> Análisis de muestra de agua residual de curtido.....	61
<b>Figura 29:</b> Análisis del tercer tratamiento .....	62

## RESUMEN

La presente investigación titulado como influencia del pH y granulometría de la cáscara de *citrus sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo en efluente de etapa de curtido, tuvo por objetivo determinar la influencia del pH y granulometría de la cascara de *Citrus sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo del efluente de la etapa de curtido de la curtiembre Ecológica del Norte, obteniendo resultado óptimo de bioadsorción de 2,830 ppm representando un 45.35%, con un pH 4 y granulometría 0,250 mm. para la granulometría 0,500 mm se logró resultado óptimo a pH 5 con una bioadsorción de 2,750 representado un 44.07%. Se concluye que si existe influencia del pH y granulometría.

Palabras claves: Curtiembre, cromo, pH, granulometría, cáscara de naranja, bioadsorción.

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation, which is to influence the pH and granulometry of the citrus sinensis peel (orange) in the chromium biosorption in the tanning stage effluent, was to determine the influence of the pH and granulometry of the Citrus sinensis peel (orange). in the chromium biosorption of the effluent from the tanning stage of the Ecológica del Norte tannery, obtaining an optimum biosorption result of 2,830 ppm, representing 45.35%, with a pH 4 and 0.250 mm granulometry. for the 0.500 mm granulometry an optimum result was achieved at pH 5 with a bioadsorption of 2.750 representing 44.07%. It is concluded that there is influence of pH and granulometry.

**Key words: Tanning, chromium, pH, granulometry, orange peel, bioadsorption**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Existe presencia de cromo en agua residual de curtiembre manifestándose como cromo III, siendo tóxico a grandes concentraciones y como cromo VI causando daño al ser humano y medio ambiente a pequeñas o grandes concentraciones. (Cabrera, 2017. p 18,19). Por otro lado, la exposición prolongada con cromo VI causa alteración en el ADN y anomalías cromosómicas. (Dávila, Sánchez, Ordoñez, Benítez, 2017. p 3).

El cromo se libera al aire, agua y suelo debido al excesivo uso de este metal en curtiembres directamente en la etapa de curtido, los diversos compuestos químicos que se utilizan para los diversos procesos representan una gran amenaza para el medio ambiente y ser humano debido a sus reacciones químicas. (Gonzales y Garzón, 2012. p 34). Pueden absorberse por ingestión o inhalación, sobre todo en la etapa de curtido es donde se realiza trabajos directamente con el cromo, asimismo va produciendo un efecto irritante inmediato y ulceraciones a largo plazo. (Cabrera , 2017. p 8).

El agua residual de la industria curtiembre por lo general no tiene un tratamiento previo al momento de verter sus efluentes, a pesar de contener alta concentración de cromo que perjudica el ecosistema marino (Soto, 2009. p 8). El cromo acelera el deterioro de materiales de concreto, red de alcantarillado y lo peor que está causando daño al hombre y medio ambiente ya que en los últimos años se incrementa la industria de curtiembre de manera informal (Gonzales y Garzón , 2012. p 31).

En relación con los efectos sobre el medio ambiente la problemática radica en la peligrosidad que estos metales pesado, debido a que no pueden ser degradados químicamente y biológicamente lo que da lugar a que se acumulen y modifiquen con el tiempo (Cabrera , 2017. p 8).

El cromo puede afectar a los seres vivos y tienden acumularse en la cadena alimentaria, el hombre está expuesto a estos elementos cuando come sus alimentos, bebe agua y respira el aire (Martínez, Olvera y Suarez, 2016. p 4).

Los tratamientos convencionales de agua residual son caros e ineficientes de ahí que el proceso de bioadsorción con cáscara de naranja es una alternativa a esta problemática, muy aparte de sus propiedades que poseen estos residuos orgánicos se debe manipular adecuadamente, ya que en caso contrario se convierte en basura y es un problema ambiental y para el hombre. (Soto, 2009 p 11).

Este residuo contiene alto contenido de lignina que se puede aprovechar como bioadsorbente de metales pesados y un costo bajo, de ahí que se reducirá la contaminación al medio ambiente y reducirá las enfermedades al hombre. (Lagos, 2016 p 22, 23).

Por otro lado, la autoridad competente no es drástica en fiscalizar y hacer cumplir la normativa establecida en el Perú, ya que las descargas de sus efluentes contienen un alto contenido de metales pesados como el cromo.

## **1.2. Trabajos previos**

Cabrera (2017, p. 3,130), en su investigación titulada: “Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de agua residual utilizando la cáscara de tomate de árbol (*solanum Betaceum*)”, tuvo por objetivo determinar la capacidad de absorción de metales pesados de “Cr y “Pb” presentes en aguas residuales mediante cáscara de tomate de árbol, utilizando materiales de 0.1 gramos de cáscara y variando la granulometría para determinar el tamaño idóneo dando como resultado un pH de 4.0 para el plomo y 2.0 para el cromo y tamaño de partícula menor a 0.3 mm, se determinó mediante isotermas de Langmuir y Freundlich, obteniendo como resultado de absorción de 35.95 g.g-1 de bioadsorbente de plomo y 14.89 g.g-1 de cromo.

Lagos (2017, p. 12, 27), en su investigación titulado “Adsorción de cadmio, hierro y plomo en agua artificial utilizando *Moringa oleifera Lam*“, tuvo por objetivo la remoción de metales pesados presentes en el agua (cadmio, hierro y plomo) por medio de *Moringa oleifera Lam*, se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica por el método de Langmuir y Freundlich, encontrando que la carga de iones en el equilibrio fue de 0.106 mg Cd/g MO (95.6% de remoción), 1.850 mg Fe/ g MO (90.4% de remoción) y 1.156 mg Pb/ g MO (97.0% de remoción).

Verdugo (2017, p. 4,73,88), en su investigación titulado “Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de agua residual utilizando cascara de mandarina (*Citrus Reticuata* Var. *Clementin*)“, tuvo por objetivo determinar la capacidad de absorción de plomo y cromo mediante la cáscara de mandarina, se utilizó tamaño de partícula de cáscara (menores de 0.3 mm, 0.3 mm-0.6 mm y mayores a 0.6 mm) y un pH ideal 4.0. se determinó mediante isothermas de Langmuir y Freundlich, obteniendo resultados de bioadsorción de 39,69 mg de plomo/g y 20.53 mg de cromo/g.

Buitrón (2015, p. 2, 42), en su investigación titulado “Bioadsorción de cromo y níquel en aguas contaminadas usando quitosano“, tuvo por objetivo determinar la bioadsorción de cromo hexavalente y níquel mediante la cáscara de camarón, utilizando el método de isothermas de Langmuir y Freundlich. Obteniendo capacidad de bioadsorción níquel 108.969% mg/g quitosano y para el cromo hexavalente de 49.019mg/g quitosano.

Garzón y González (2012, p. 21, 71, 72), en su investigación titulado adsorción de Cr (VI) utilizando carbón activado a partir de cáscara de naranja, tuvo por objetivo determinar la capacidad de adsorción de cromo (VI) en soluciones contaminantes, encontrando un porcentaje de remoción del 68% de la cáscara de naranja y 98% para el carbón activado a partir de la misma a condiciones favorables de pH, tamaño de partícula y relación masa de adsorbente/litro de solución contaminante se utilizó el modelo de Langmuir.

Garcés y Coavas (2012, p. 16, 100), evaluación de la “Capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr(VI) en aguas residuales”, tuvo por objetivo evaluar la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja modificada con quitosano como biomasa residual para la remoción de cromo hexavalente presente en aguas residuales, obteniendo una bioadsorción máxima de 66.8% con cáscara sin modificar a un pH 3 y una relación de 6 g/L.

Pinzón y Cardona (2010, p. 7, 16), en su investigación titulado “Influencia del pH en el bioadsorción de Cr(III) sobre cáscara de naranja: Determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo“, tuvo por objetivo proveer las condiciones de operación que permitan establecer la influencia del pH sobre la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja para el atrapamiento de iones de Cr(III) en un rango de pH de 2-6, encontrando una bioadsorción del metal de 61,4% a un pH 5, tamaño de granulometría entre 300 y 420 mm y 4 g/l y entre un tiempo de 30 y 40 horas.

Lagos (2016, p. 26, 50,51), en su investigación titulado “Bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local“, tuvo por objetivo estudiar el uso de la borra de café como bioadsorbente para tratar los efluentes provenientes de una curtiembre, se realizó el tratamiento básico-ácido de la borra de café con NaOH-HNO<sub>3</sub>, se realiza un análisis de la cantidad de Cr remanente en la muestra por espectrofotometría de absorción atómica, espectroscopia de absorción atómica, obteniendo por resultado remoción de cromo de 70% a pH 5.

Ramírez (2016, p. 15, 110), en su investigación titulado “Bioadsorción de Cobre, Cadmio y Manganeso con cáscara de naranja de las aguas de la laguna Colquicocha“, tuvo por objetivo demostrar la capacidad de bioadsorción de cobre cadmio y manganeso con cáscara de naranja en las aguas de la laguna colquicácea provincia de Oyón, se determinó la proporción optima de la cáscara de naranja y agua de laguna basado en la absorción atómica que es un método instrumental espectroscópico fundamentado en el principio de Beer- Lamber, obteniendo resultados de cromo de 0.02 mg/L que representa el 66.67 %, cadmio de 0.041 mg/L que significa una reducción de 84%, y manganeso hasta 3.68 mg/L que significa y reducción de 53.97%.

Delgadillo (2015, p. 8, 53, 54), en su investigación titulado “Caracterización de la pepa de níspero de palo (*Mespilus communi*) y posibilidades de uso como bioadsorbente de contaminantes de agua", tuvo por objetivo caracterizar física y químicamente la pepa de níspero de palo (*Mespilus Communi*) y evaluar su aplicación como adsorbente de contaminantes de agua, se añadieron 1000 ml de disolución 0,1 N de NaOH por cada 10 gramos de biosorbente a tratar, obteniendo capacidad remover 42% de Cu (II) y 86% a partir de una solución de 100 mg. L<sup>-1</sup>.

Albarracín (2014, p. 6,112,113), en su investigación titulado: "Capacidad de adsorción para remover el ion metálico Pb (II) por el tanino de la cáscara de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*), de las aguas del rio Ramis Puno- Perú", tuvo por objetivo determinar la capacidad de adsorción del tanino de la cáscara de tarwi (*Lupínus mutabilis Sweet*), para la remoción del ion metálico Pb de las aguas del río Ramis, el modelo de Langmuir como el modelo de Freundlich se ajustan positivamente para describir las isothermas de biosorción del sistema (0,97 y 0,98 respectivamente), obteniendo capacidad de remoción de 96,021% a un pH de 5,5; una masa de 0.1 g y un tiempo de 60 min., utilizando el método complexométrico.

Delgado (2013, p. 24, 64), en su investigación titulado “Evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua residual”, tuvo por objetivo evaluar la capacidad de adsorción de la mezcla iónica de metales pesados  $Mn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  y  $Zn^{2+}$ , donde se obtuvieron resultados de a pH 6,4; para 15min se alcanzan los porcentajes de 97,29%; 78,58%; 95,43% y 98,57% para  $Mn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  y  $Zn^{2+}$  respectivamente.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Bioadsorción**

Bioadsorción es la retención, adhesión o concentración de proceso por el cual átomos o moléculas se encuentra en una determinada fase y depende de que sustancias estén involucradas de ahí se extrae materia y se concentra en la superficie de otra sustancia formando una nueva fase, realizado el proceso directamente con un residuo orgánico (Buitrón, 2015, p.17).

En el proceso de adsorción están formado por el adsorbente y el adsorbato. El adsorbente es aquel donde se concentra la sustancia o contaminante que se desea remover este puede ser una molécula o compuesto inorgánico, el adsorbato es aquella sustancia que se concentra en la superficie o la cual se une al adsorbente puede ser mediante fuerzas físicas de atracción, intercambio iónico y/o enlaces químicos (Garzón y Gonzáles, 2012, p. 36).

#### **1.3.2. Tipos de adsorción**

**Adsorción física:** Si el adsorbato y la superficie del adsorbente interactúan sólo por medio de fuerzas de Van der Waals, se trata de adsorción física es la forma más simple de adsorción debido a débiles fuerzas de atracción, dado que estas fuerzas están presentes en todas partes, caracterizándose por un bajo calor de interacción ninguna o casi ninguna acción de selección entre el adsorbente y adsorbato, siendo la posible formación de multicapas. (Lagos, 2016, p. 19).

**Adsorción química:** Se da cuando las moléculas adsorbidas reaccionan químicamente con la superficie, en este caso se forman y se rompen enlaces, ocurre cuando se forma un enlace químico de intercambio de electrones



dependiendo de los materiales involucrados, en este el adsorbato forma enlaces fuertes en los centros activos del adsorbente. (Lagos, 2016, p. 19).

### 1.3.3. Isotermas de bioadsorción

#### **Isoterma de Freundlich:**

Esta isoterma describe cuantitativamente el depósito de una gran capa de moléculas sobre una superficie adsorbente como una función de la concentración del material adsorbido en el líquido con el que está en contacto. Dicho de otra forma, también en esta isoterma se considera que no existen interacciones laterales entre las moléculas adsorbidas y que sólo se adsorbe una mona capa. se define por la ecuación:

$$q = kf \cdot C^{1/n}$$

Donde **k** es la constante de capacidad de adsorción y **n** es la constante de intensidad de adsorción **f** es la ecuación linealizada de Freundlich se expresa usualmente en su forma logarítmica

$$\log (q) = \log (k) + 1/n \log (C)$$

Los valores de **K** y **1/n** pueden ser obtenidos del intercepto y la pendiente que resultan de **f** graficar  $\log (q)$  v.s.  $\log (c)$ . (Buitrón, 2015, p 18,19).

#### **Isoterma de Langmüir:**

En esta isoterma los centros activos de adsorción son equivalentes y que la capacidad de una molécula para unirse a la superficie es independiente de si hay o no posiciones próximas ocupadas. Además, la adsorción se restringe a una monocapa y no existen interacciones laterales entre las moléculas del adsorbato. La isoterma está representada por la ecuación:

$$q = q_m b C / (1 + b.C)$$

Siendo **C** la concentración del adsorbato en el equilibrio (en mg/L), **q** la capacidad máxima **m** de adsorción (en mg/g) y **b** es la constante de Langmüir de afinidad o energética en unidades de L/mg. (Buitrón, 2015, p 18,19).

#### **1.3.4. Cromo**

El cromo (Cr) es un metal pesado ubicado en el grupo VI – B de la tabla periódica con número atómico 24, masa atómica 51,996 y símbolo *Cr*, el cromo presente en los efluentes de curtiembres, puede encontrarse principalmente como cromo trivalente (Cr(III)) y hexavalente (Cr(VI)). El Cr (III) a altas concentraciones es tóxico. El Cr (VI) es 30 veces más tóxico que el Cr (III) y se considera como un agente mutagénico y carcinógeno. (Tapia et al ,2002).

#### **1.3.5. Influencia en la bioadsorción**

En la bioadsorción influye directamente factores como el pH; que está relacionado con el tipo de metal que se desea remover y el tipo de biomasa, cantidad de bioadsorbente busca una relación de equilibrio, influencia de granulometría se relaciona con los centros activados, influencia del tiempo. (Pinzòn y Cardona, 2010).

#### **1.3.6. Influencia del pH**

El pH es un factor muy importante en la bioadsorción, depende de la naturaleza del metal si se encuentra en forma aniónica o catiónica, mientras la adsorción de cationes suele estar favorecida para valores de pH superiores a 6, la adsorción de aniones prefiere un valor bajo de pH entre 3 y 5, de aquí que para el metal que se desea remover debe ser regulado aun pH 4,5,6 (Buitrón, 2015).

#### **1.3.7. Influencia de la cantidad de bioadsorbente.**

La cantidad de bioadsorbente es el factor que va a limitar hasta cierto punto la concentración de metal que se adsorbe, es decir se tiene que utilizar la cantidad idónea para una mayor adsorción, pero lo ideal es llegar a una relación de equilibrio, entre la cantidad de adsorbente y la concentración de metal. (Buitrón, 2015).

#### **1.3.8. Influencia de granulometría**

Está relacionado directamente con el tamaño de partícula, ya que ésta influye directamente por la cantidad de partículas que se encuentre en el proceso, a menor tamaño se obtendrán mayores puntos de partículas bioadsorbente (Candelaria et al; 2015). Se recomienda un tamaño de partícula en el intervalo de 0.3-0.6mm, para la remoción eficiente de cromo de aguas residuales (Garcés y Coavas, 2017).

### **1.3.9. Influencia de tiempo**

El proceso de adsorción está influenciado de manera interviniente con el tiempo ya que se realiza el proceso en las primeras dos horas y de ahí se mantiene constante (Garcès y Coavas, 2017).

### **1.3.10. Impacto del cromo**

#### **Salud**

El cromo afecta de manera directa a la salud del ser humano sobre todo en la etapa de curtido, donde se realiza trabajos directamente y se puede adsorber por ingestión o inhalación, produciendo dolores de cabeza, daños a la piel, intoxicaciones (Verdugo, 2017 p 12).

#### **Medio ambiente**

El cromo al ser utilizado en las curtiembres producen impactos negativos causando daños severos y significativos en los componentes como el agua al ser vertidos sus efluentes o aguas residuales en altas concentraciones de cromo que afectan a la vida acuática mueren los peces por disminución de oxígeno, contamina el agua que es destinada para riego en sector 3, la contaminación en aguas subterráneas es más significativa ya que afecta directamente porque no existe una adecuada autodepuración por lo que no existe aireación (Cabrera, 2017, p 8, 9).

También, al ser vertidos de manera directa sin tratamiento previo afecta al deterioro del alcantarillado (Chávez, 2010).

### **1.3.11. Etapa de curtido**

La etapa de curtido es el proceso de convertir las pieles de animal en cuero, se realiza mediante 2 métodos vegetal y mineral, el vegetal es con tanino que se produce en la corteza de algunos árboles y el mineral es usando cromo en gran cantidad es el más efectivo y usado por las curtiembres, pero a la vez es el más dañino para el ser humano y el medio ambiente. (Lagos, 2016). el curtido se realiza con cromo es un proceso muy rápido, y toma un día producir una pieza de cuero curtido, primero el cuero se “apelambra” para eliminar el pelo, luego se “piquela” dejándolo en una mezcla de sal y ácidos, antes de colocarla en el sulfato de cromo. Todos los cueros salen con un tinte azul claro (conocido como “azul húmedo o wet blue”). (Lagos, 2016, p 13, 14).

### **1.3.12. Residuo bioadsorbente**

Las paredes celulares de los materiales bioadsorbentes contienen polisacáridos, proteínas y lípidos, por lo tanto, existen numerosos grupos funcionales capaces de enlazar metales pesados en la superficie entre los grupos funcionales presentes se pueden mencionar los grupos amino, carboxílico, hidroxílico, fosfato y tiol que difieren en su afinidad y especificidad respecto a la susceptibilidad para unirse a los diferentes iones metálicos (Cardona et al;2013).

Los residuos como la cáscara de naranja están conformados por celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina; son los principales responsables de la adsorción estas son obtenida de las cáscaras de naranjas blancas de las variedades Barberina, Salustiana, valencia late, pero es necesario conocer los grupos funcionales que estas poseen y su afinidad por los iones metálicos, ya que la cantidad de adsorción depende del tipo de metal que se desea remover. (Muñoz, 2007).

### **1.3.13. Cáscara de naranja**

La cáscara de naranja es muy fácil de obtener y aun costo cero, estas fuentes provienen principalmente de la extracción de jugos del tipo de naranja blancas de las variedades Barberina, Salustiana, valencia late. (Garzón y Gonzáles, 2012, p 37,38).

La remoción de metales pesados se da básicamente por un fenómeno de intercambio iónico entre el  $Ca^{2+}$  y los iones metálicos en solución hasta lograr un equilibrio de esta forma el  $Ca^{2+}$  unido a las cadenas poligalacturónicas es desplazado por el ion metálico hasta alcanzar las concentraciones de equilibrio en ambas fases. Los grupos intercambiadores iónicos son los grupos carboxilo la ecuación (a) describe este proceso de intercambio iónico metal/calcio (Cardona et al; 2011).

### **1.3.14. Curtiembre ecológica del norte**

Empresa dedicada al curtido y teñidos de pieles. Inscrita por el titular representante Paredes Miñano Manuel German, ubicado en Mz.C2 Lt 5 Parque Industrial- La Esperanza.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Existe influencia del pH y granulometría de la cáscara de *Citrus Sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte?

#### **1.5. Justificación**

La investigación busca realizar bioadsorción de cromo con cáscara de naranja en la etapa de curtido de la curtiembre ecológica del norte, realizado a un costo cero ya que es un residuo que no tiene valor ni utilidad a pesar de poseer muchas propiedades bioadsorbentes, de ahí que reemplaza tratamientos convencionales ya que esta demanda un alto costo.

El principal beneficiario es el ser humano que trabaja directamente con cromo en la etapa de curtido y los vecinos aledaños a la curtiembre, la bioadsorción de cromo reducirá problemas de enfermedades e impactos negativos para el medio ambiente ya que el cromo se libera y expande en el aire.

Los procesos convencionales para la adsorción de metales pesados presentes en los efluentes de aguas residuales son ineficientes y además generan gran cantidad de lodos químicos y tóxicos que son difíciles de tratar, existen numerosos tratamientos convencionales como osmosis inversa o intercambio iónico pero es muy desventajoso ya que es sumamente costoso.

Este trabajo busca realizar una bioadsorción de cromo con cáscara de naranja en la curtiembre ecológica del norte dependientemente del pH y granulometría, lo cual busca bioadsorber el metal pesado cromo.

El presente trabajo pretende contribuir en la generación de conocimiento en la bioadsorción de cromo utilizando residuo inorgánico como cáscara de naranja.

#### **1.6. Hipótesis**

HI: Existe influencia del pH y granulometría de la cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo en el efluente de la etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte.

H0: No existe influencia del pH y granulometría de la cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo en el efluente de la etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Determinar la influencia del pH y granulometría de la cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) en la bioadsorción de cromo en el efluente de la etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte.

### **1.7.2. Específicos**

- a) Determinar la granulometría de la cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) para la bioadsorción de cromo en el efluente de etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte.
- b) Determinar el pH de bioadsorción con cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) de cromo en el efluente de etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica de Norte.
- c) Determinar el rendimiento de remoción de cromo con cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) del efluente de etapa de curtido en la Curtiembre Ecológica del Norte

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Diseño de investigación:**

#### **Por su finalidad: aplicativo:**

Según INEGI (2005), es aquel que se realiza para la adquisición de nuevos conocimientos dirigidos hacia un objetivo fin práctico, que responde a una demanda específica inmediata.

#### **Por su diseño: experimental:**

Según Hernández, Fernández, Baptita (2015), Define a diseño experimental algo como elegir o realizar una acción y después observar las consecuencias, se habla de experimental cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, también se refiere al estudio provocado de una o más variables causantes para observar el cambio de la variable de efecto.

#### **Por su enfoque: cuantitativo:**

Según Hernández, Fernández y Baptita (2013), el enfoque de la investigación científica usa en numeración padrones de comportamiento y probar teorías.

**Por su fuente: campo:**

Según INEGI (2005), la información para el análisis del problema se obtiene directamente de la realidad a través de técnicas como la observación, la entrevista, encuesta entre otras.

**Por su alcance: causal:**

Según Hernández, Fernández y Baptista. (2015), el alcance de la investigación indica los resultados de la investigación y condiciona el método que se seguirá para obtener dichos resultados el alcance causal está relacionado por dos o más variables causa – efecto.

La investigación presenta un diseño experimental tipo bifactorial (3x2), sobre las pruebas que se van a realizar junto con la muestra recolectada en la etapa de Curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte, y la utilización de cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) para la bioadsorción del cromo presente en las muestras. En la siguiente tabla se muestra una relación de las variables independientes: pH del efluente y la granulometría (tamaño de partícula).

**Variable Independiente (P)**

P1	P2	P3
----	----	----

**Variable Independiente (G)**

Grupo Control
---------------

G1	G2
----	----

**Tabla 1.** Diseño de investigación

pH	Granulometría (mm)			N° de Repeticiones
	G <sub>1</sub> (0,250)	G <sub>2</sub> (0,500)	Total Combinado P	
P <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	G <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	2P <sub>1</sub>	3
P <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	G <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	2P <sub>2</sub>	
P <sub>3</sub>	G <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	G <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	2P <sub>3</sub>	
<b>Total Combinado G</b>	3G <sub>1</sub>	3G <sub>2</sub>	3x2	

Fuente: Propia

P = pH

P<sub>1</sub>: pH (4,0)

P<sub>2</sub>: pH (5,0)

P<sub>3</sub>: pH (6,0)

G = Granulometría cascara (tamaño)

G<sub>1</sub> = Granulometría 1 (0,250 mm)

G<sub>2</sub> = Granulometría 2 (0,500 mm)

- Se presenta un diseño factorial de 3x2, teniendo 6 tratamientos, donde se aplicó en 6 tiempos, multiplicada por el número de repeticiones que serán 108.
- El peso de cáscara de *Citrus sinensis* (naranja) fue de 14 gramos por litro, volumen de la unidad de análisis en el proceso experimental 100 ml por cada tratamiento.
- El mezclado en el proceso experimental se llevó a cabo a velocidad de agitación constante de 100 rpm.

## **2.2. Variables y operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

#### **Variables independientes:**

- pH de la muestra experimental.
- Granulometría de la cáscara de *Citrus sinensis* (naranja).

#### **Variable dependiente**

- Bioadsorción de cromo



### 2.2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 2.** Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>Variable independiente</b>	<p>Granulometría: representa el tamaño de partícula en que se trabajará el residuo orgánico de la cáscara de naranja del tipo blanca</p> <p>pH: unidad de medida de alcalinidad o acidez de, más específicamente mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada.</p>	Biomasa adsorbente	<p>Granulometría (mm)</p> <p>Tiempo (minutos)</p>
<b>Variable Dependiente</b>	<p>El cromo presente en los efluentes de curtiembres, puede encontrarse principalmente como cromo trivalente (Cr(III)) y hexavalente (Cr(VI)). (TAPIA et al, 2002)</p>	Adsorbato	Cromo total (mg/L)

Fuente: Propia

### 2.3. Población y muestra

#### **Población:**

La población está definida por 10 m<sup>3</sup> de efluente, generados en la etapa de curtido de la curtiembre Ecológica del Norte, ubicada en las coordenadas 8°03'06.47" S 79°03'58.69" O elevación 107 m

#### **Muestra:**

La muestra será obtenida mediante un muestreo aleatorio simple, representada en 18 litros de efluente, obtenida en el escurrido del botal de la etapa de curtido de la Curtiembre Ecológica del Norte, y será obtenida según *El Protocolo de monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos - Autoridad Nacional del Agua – DGCRH*.

#### **Unidad de análisis**

100 ml de agua residual de la curtiembre Ecológica del Norte

### 2.4. Técnicas de recolección de datos

La determinación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del proceso de curtido se realizará con base en los métodos normalizados para análisis de aguas residuales.

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
Cromo Total	Método espectrofotometría de absorción atómica a la llama, Método volumétrico
pH	Valor de pH - Método Electrométrico
Temperatura	laboratorio y campo ( termómetro)
Conductividad	Conductometría

Fuente: Propia

## 2.5. Equipos, materiales y reactivos

**Tabla 4.** Materiales y equipos

Equipos	Materiales	Reactivos
Balanza analítica 0.001 g	Bolsas Agua destilada	
Medidor de pH/iones	Tijera Mortero	
Estufa	Tamices (0.250), (0.500) Embudos de vidrio	
Test de jarra	Matraces Erlenmeyer Pipetas	HCl
Espectrofotómetro	Papel filtro Cascara de naranja	NaHCO <sub>3</sub>

Fuente: Propia

## 2.6. Métodos de análisis de datos

Se evaluará realizando un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post hoc (TUKEY):

- **Análisis de la varianza (Anova)**

Es un método muy flexible que permite identificar si existe diferencia en los tratamientos (variables).

- **Método de Tukey**

Es una prueba posterior a la ANOVA para evaluar las pruebas y determinar el tratamiento más efectivo con respecto a la reducción de cromo en las muestras de agua de la etapa de curtido de la curtiembre ecológica del norte.

## **2.7. Aspectos éticos**

Como investigador me comprometo a respetar la veracidad de los resultados, así como también otros aspectos que son de interés solamente de la empresa, no se brindará mayor detalle, ya que con ello se trata de llevar una armonía salvaguardando y respetando la privacidad de la empresa que facilito la realización del actual proyecto de tesis. Lo que respecta al aspecto ético, se muestra el respecto en las citas bibliográficas, y así no haya problemas posteriores, respetando la Norma ISO 690, y demás consideraciones de la Universidad César Vallejo.

### III. RESULTADOS

En la tabla 5 se muestra las características fisicoquímicas y organolépticas de la muestra del efluente de la etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte

**Tabla 5.** Valores máximos admisibles

Parámetro Fisicoquímico/ organoléptico	Resultado	VMA (D.S N° 021-2009-VIVIENDA)
Color	Negra /morada	N.R
Olor	Fuerte olor sulfuros	N.R
pH	3,9	6-9
Temperatura	38	<35

Fuente: Propia

Se observa que el efluente de la etapa de curtido presenta un color negro/ morada y un olor fuerte a sulfuros, los parámetros fisicoquímicos pH = 3,9 y temperatura 38 °C ningunos de los parámetros se encuentran dentro de los valores máximos admisibles

➤ Análisis de cromo total de la cáscara de naranja del tipo blanca, obteniendo como resultado 0.0543 Cr mg/100g

➤ Primera corrida

Se utilizó 14 gramos / litro para cada tratamiento

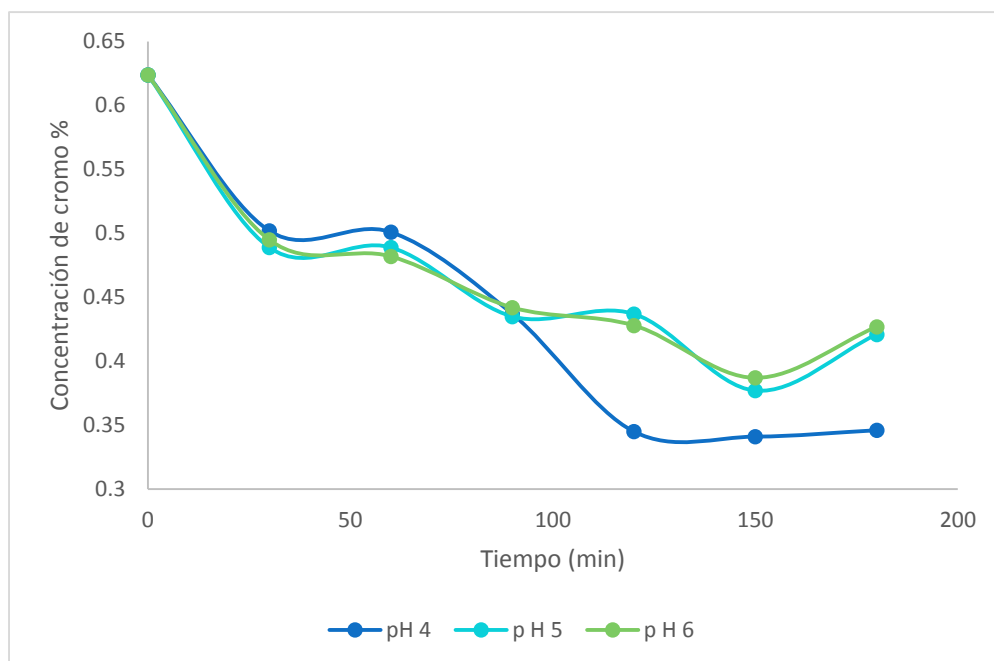
Muestra Inicial o punto blanco fue de 6,240 ppm Cr: 0.624% Cr

**Tabla 6.** Resultados de remoción de cromo con tamaño de granulometría 0,250 mm

<b>Granulometría 0,250 mm</b>								
	pH	Tiempo (min)	Concentración final %Cr			Promedio	Remoción	% Adsorbido
			1	2	3			
			corrida	corrida	corrida			
<b>Concentración inicial 0.624 % Cr</b>	4	30	0.501	0.484	0.520	0.502	0.122	19.55
		60	0.492	0.500	0.512	0.501	0.123	19.71
		90	0.450	0.444	0.416	0.437	0.187	29.97
		120	0.341	0.344	0.349	0.345	0.239	38.30
		150	0.342	0.342	0.339	0.341	0.283	45.35
		180	0.348	0.345	0.345	0.346	0.204	32.69
	5	30	0.53	0.466	0.471	0.489	0.135	21.63
		60	0.490	0.490	0.486	0.489	0.135	21.63
		90	0.442	0.439	0.423	0.435	0.189	30.29
		120	0.401	0.480	0.429	0.437	0.187	29.97
		150	0.383	0.352	0.396	0.377	0.247	39.58
		180	0.453	0.380	0.429	0.421	0.203	32.53
	6	30	0.56	0.431	0.493	0.495	0.129	20.67
		60	0.486	0.474	0.487	0.482	0.142	22.76
		90	0.459	0.449	0.418	0.442	0.182	29.17
		120	0.415	0.458	0.412	0.428	0.196	31.41
		150	0.374	0.359	0.428	0.387	0.237	37.98
		180	0.447	0.381	0.453	0.427	0.197	31.57

Fuente: Propia

Según la tabla 6 se muestra los resultados de análisis de cromo trabajados con 14 gramos/litro, 100 rpm, granulometría 0,250 mm, pH 4, pH 5, pH 6 y tiempo constante de 30 minutos por cada tratamiento, para mayor veracidad de los datos se optó por 3 repeticiones cada tratamiento, se realizó mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama, donde se logró una mayor remoción de cromo a pH 4 con una cantidad de remoción de 2,830 ppm representado un 45.35%.



**Figura 1:** Concentración de cromo en función del tiempo y diferente valor de pH para tamaño de granulometría 0,250 mm

Según la figura 1 está en función del pH la cantidad de remoción y el tiempo, se observa que inicialmente hubo 0,624% de cromo sin ningún tratamiento, luego de 30 minutos descienden significativamente la misma cantidad los pH 4, pH 5 y pH 6 a 0.502, 0.489, 0.490 respectivamente. al minuto 60 se observa una adsorción constante no hay cambio significativo reduciendo a 0.501, 0.489, 0.482 respectivamente. al minuto 90 se observa una mayor remoción reduciendo hasta 0.437, 0.435, 0.442 respectivamente tampoco existe cambio significativo entre los pH. al minuto 120 existe un cambio muy significativo el pH 4 reduce hasta 0.345 alejándose de la tendencia del pH 5 y pH 6 donde redujeron hasta 0.437, 0.428 respectivamente. al minuto 150 el pH 4 logra su punto óptimo de adsorción reduciendo hasta 0.341 alejándose del pH 4 y pH 5 donde hubo una adsorción poca significativa de 0.377, 0.387 respectivamente, finalmente al minuto 180 el pH 4 se mantiene constante, caso contrario con pH 5 y pH 6 aumentando logrando observar el proceso de desorción aumentado hasta 0.421, 0.427 respectivamente.

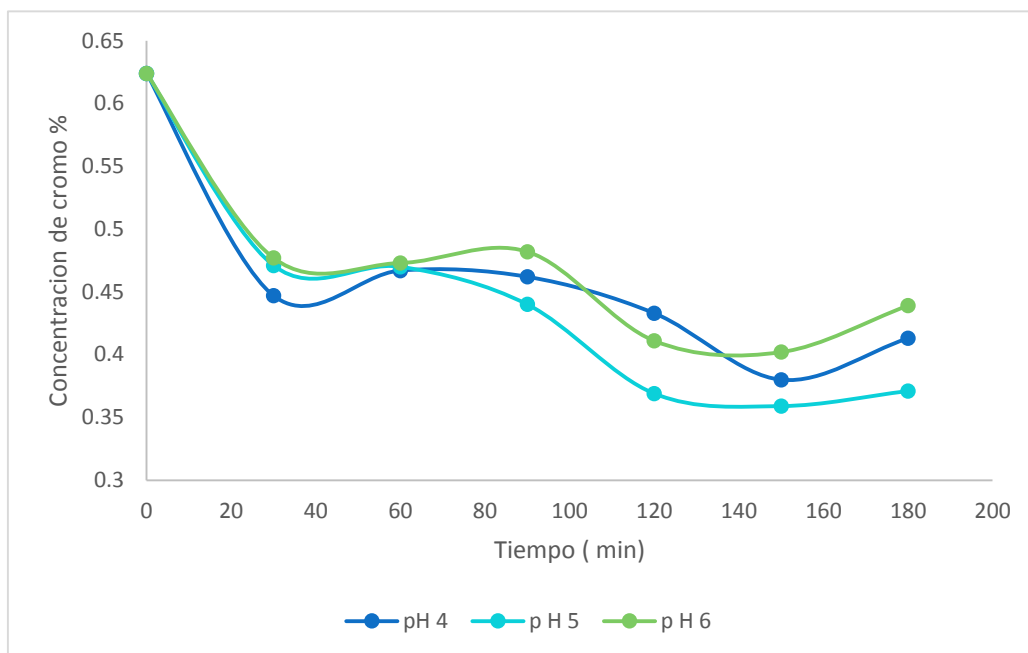
**Tabla 7.** Resultados de remoción de cromo con tamaño de granulometría 0,500 mm

<b>Granulometría 0,500 mm</b>								
	pH	Tiempo (minuto)	Concentración final %Cr			Promedio	Remoción	% Adsorbido
			1	2	3			
			corrida	corrida	corrida			
<b>Concentración inicial 0,624 % Cr</b>	4	30	0.469	0.432	0.436	0.447	0.178	28.69
		60	0.488	0.501	0.413	0.467	0.157	25.16
		90	0.468	0.445	0.472	0.462	0.162	25.96
		120	0.436	0.438	0.425	0.433	0.191	30.61
		150	0.371	0.357	0.412	0.380	0.244	39.10
		180	0.394	0.384	0.460	0.413	0.211	33.81
	5	30	0.474	0.488	0.451	0.471	0.153	24.52
		60	0.486	0.49	0.433	0.470	0.154	24.68
		90	0.452	0.444	0.423	0.440	0.184	29.48
		120	0.358	0.356	0.362	0.359	0.255	40.87
		150	0.349	0.353	0.346	0.349	0.275	44.07
		180	0.368	0.370	0.374	0.371	0.221	35.42
	6	30	0.493	0.498	0.441	0.477	0.147	23.56
		60	0.507	0.449	0.465	0.473	0.150	24.03
		90	0.497	0.484	0.464	0.482	0.142	22.76
		120	0.423	0.348	0.463	0.411	0.213	34.13
		150	0.406	0.383	0.418	0.402	0.222	35.58
		180	0.415	0.475	0.428	0.439	0.185	29.65

Fuente: Propia

Según la tabla 7 se muestra los resultados de análisis de cromo trabajados con 14 gramos/litro, 100 rpm, granulometría 0,500 mm, pH 4, pH 5, pH 6 y tiempo constante de 30 minutos por cada tratamiento, para mayor veracidad de los datos se optó por 3 repeticiones cada tratamiento, se realizó mediante el método de espectrofotometría de adsorción atómica a la llama, Donde se logró una mayor remoción de cromo a pH 5 con una cantidad de remoción de 0,275 representado un 44.07 % absorbido.





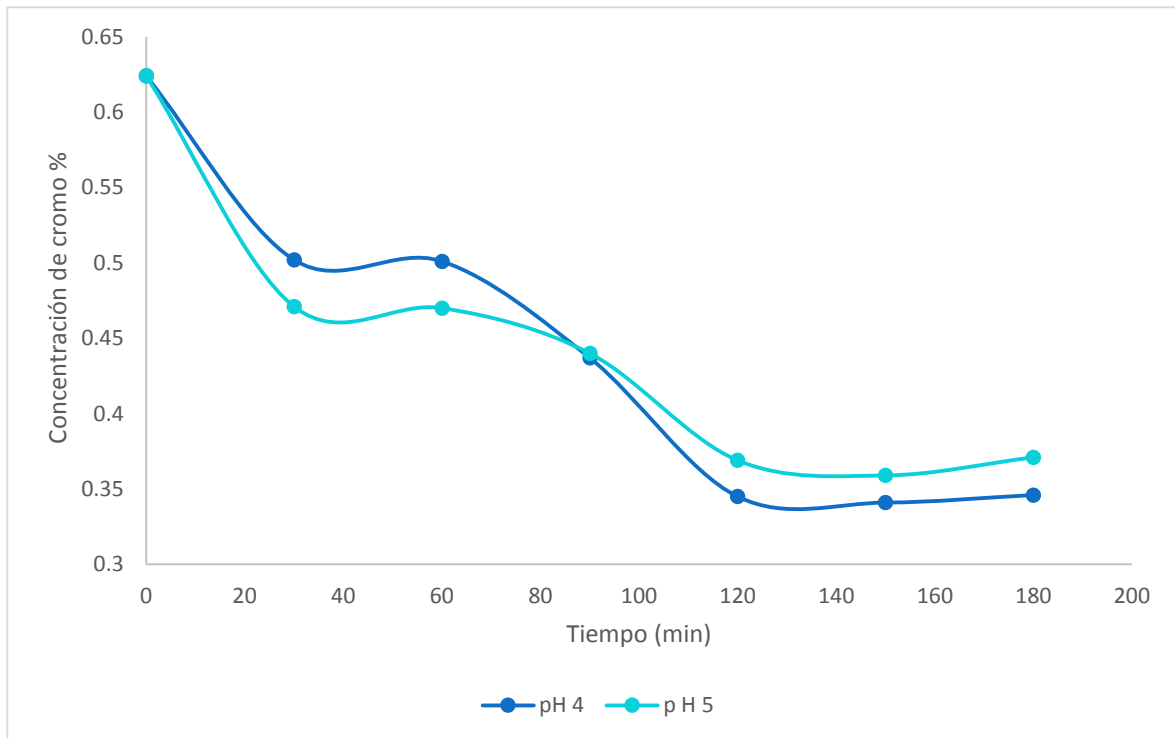
**Figura 2:** Concentración de cromo en función del tiempo y diferente valor de pH para tamaño de granulometría 0,500 mm

Según la figura 2 está en función del pH la cantidad de remoción y el tiempo, se observa que inicialmente hubo 0,624% de cromo sin ningún tratamiento, luego de 30 minutos descienden significativamente la misma cantidad los pH 4, pH 5 pH 6 a 0.447, 0.471, 0.477 respectivamente. al minuto 60 se observa una adsorción constante del pH 5 y pH 6 reduciendo hasta 0.470, 0.473 respectivamente pero el pH 4 tiene una mayor adsorción reduciendo hasta 0.467. al minuto 90 se observa una adsorción muy desigual entre el pH 4 pH 5 y pH 6, donde existe una menor adsorción con el pH 6 reduciendo hasta 0.482 y una mayor adsorción con el pH 5 reduciendo hasta 0.440. al minuto 120 existe un cambio muy significativo el pH 5 reduce hasta 0.359 alejándose de la tendencia del pH 4 y pH 6 donde redujeron hasta 0.433, 0.411 respectivamente. al minuto 150 el pH 5 logra su punto óptimo de adsorción reduciendo hasta 0.349 alejándose del pH 4 y pH 6 reduciendo a 0.380, 0.402 respectivamente. finalmente, al minuto 180 el pH 5 se mantiene constante, caso contrario con pH 4 y pH 6 aumentando logrando observar el proceso de desorción aumentado hasta 0.413, 0.439 respectivamente.

**Tabla 8.** Resultado óptimo de cada granulometría 0,250 mm y 0,500 mm

Tiempo ( min)	pH 4	pH 5
0	0,624	0,624
30	0.502	0.471
60	0.501	0.470
90	0.437	0.440
120	0.345	0.359
150	0.341	0.349
180	0.346	0.371

Fuente: Propia



**Figura 3:** Concentración de cromo en función del tiempo para la granulometría 0,250 mm y 0,500 mm a diferente valor de pH

Según la figura 3 está en función del pH la cantidad de remoción y el tiempo, se observa que inicialmente hubo 0,624% o 6,240 ppm de cromo sin ningún tratamiento, de ahí se cogió la óptima remoción de cromo para la granulometría 0,250 mm, fue a pH 4 con un porcentaje de bioadsorción de 45.35%, para la granulometría 0,500 mm fue a pH 5 con un porcentaje de bioadsorción de 44.07%.

**Análisis estadístico de la influencia del pH y granulometría de la cáscara de citrus sinensis (naranja) en la remoción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte.**

- **Prueba de Homogeneidad de varianza**

H0: La variabilidad de la granulometría y el pH de la cáscara de citrus sinensis (naranja) en la remoción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte son homogéneos.

H1: La variabilidad de la granulometría y el pH de la cáscara de citrus sinensis (naranja) en la remoción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte no son homogéneos.

**Tabla 9.** Prueba de igualdad de variaciones de levence  
Variable Dependiente: Remoción de cromo

F	df <sub>1</sub>	df <sub>2</sub>	Sig.
0,961	5	30	0,457

Fuente: Propia

Prueba no significativa  $P > 0.05$ .

Por lo tanto: La variabilidad de la granulometría y el pH de la cáscara de citrus sinensis (naranja) en la remoción de cromo en efluente de etapa de curtido ecológica del norte homogéneos.

- **Prueba de normalidad**

H0: La remoción de cromo mediante granulometría siguen una distribución normal.

H1: La remoción de cromo mediante granulometría no siguen una distribución normal.

**Tabla 10.** Prueba de normalidad con relación a la granulometría

Granulometría	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Remoción de ,250	,151	18	,200*	,905	18	,070
cromo ,500	,159	18	,200*	,903	18	,066

Fuente: Propia

Límite inferior del significado

Prueba no significativa  $p > 0.05$

Los datos Siguen una distribución Normal

**Tabla 11.** Prueba de normalidad con relación al pH

	pH	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Remoción de	4	,156	12	,200*	,914	12	,237
cromo	5	,186	12	,200*	,897	12	,144
	6	,196	12	,200*	,933	12	,412

Fuente: Propia

Límite inferior del significado

Prueba no significativa  $p > 0.05$

Por tanto: siguen una distribución normal

**Tabla 12.** Análisis de la varianza

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,007 <sup>a</sup>	5	,001	,594	,705
Intercept	6,714	1	6,714	2756,563	,000
granulometría	6,250E-6	1	6,250E-6	,003	,960
pH	,003	2	,002	,704	,503
granulometría * pH	,004	2	,002	,780	,468
Error	,073	30	,002		
Total	6,794	36			
Corrected Total	,080	35			

Fuente: Propia

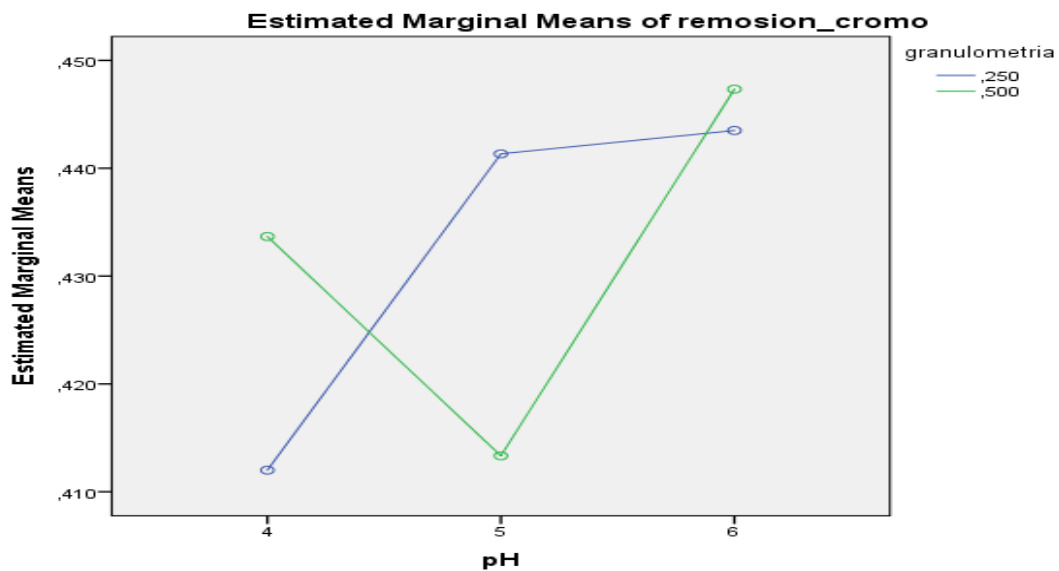
El modelo no es significativo,  $P > 0.05$

Por lo tanto la cantidad de remoción de cromo obtenida en cada tratamiento es lo significativamente lo mismo.

**Tabla 13.** Prueba post anova según tukey

granulometría	pH	Mean	Std. Deviation	N
,250	4	,41200	,078143	6
	5	,44133	,042791	6
	6	,44350	,039602	6
	Total	,43228	,054903	18
,500	4	,43367	,032861	6
	5	,41333	,052834	6
	6	,44733	,035172	6
	Total	,43144	,041341	18
Total	4	,42283	,058262	12
	5	,42733	,048114	12
	6	,44542	,035766	12
	Total	,43186	,047900	36

Fuente: Propia



**Figura 4:** Medidas marginales estimadas

En la figura 4, se observa que hubo mayor remoción de cromo utilizando pH 4 de cáscara de naranja y 0,250 mm granulometría.

#### IV. DISCUSIÓN

Inicialmente la concentración de la etapa de curtido de la curtiembre ecológica del norte fue de 6,240 ppm de cromo total logrando una bioadsorción optima de 2,830 ppm de cromo total representando el 45.35 % adsorbido, se logró a pH 4 y tamaño de granulometría de 0.250 mm, corroborando estadísticamente en la gráfica N°4 con medias marginales estando lejos de los Valores Máximos Admisibles (VMA) según D.S.N° 021-2009-VIVIENDA ya que se requiere 10 ppm para verter efluentes de agua residual directamente al alcantarillado. GARCÉS y COAVAS obtuvieron una bioadsorción optima de Cromo con cáscara de naranja de 66.8% a pH 3 y a granulometría 0.425 mm, siendo su pH el más bajo y granulometría más pequeña confirmando la teoría de (Buitrón, 2015) que afirma que el pH influye indirectamente según el metal que se desea remover si este es un catión o anión ya que para los metales de valencia catiónica como el Cromo favorece pH menores a 3 y 4, por ello el pH 6 para ambas granulometrías los resultados fueron los menos requeridos, de ahí que se optimiza una mayor remoción para el pH 4 que fue el menor con el que se trabajó.

A menor tamaño de partícula mayor remoción según (CANDELARIA *et al*; 2015), está relacionado con el tamaño partícula ya que influye indirectamente a menor tamaño de partícula se obtendrán mayores puntos bioadsorbentes, en la presente investigación las granulometrías trabajadas fueron de 0,250 mm y 0,500 mm, donde se obtuvo una mayor remoción con el menor tamaño de granulometría 0,250 mmm, de ahí se puede confirmar su teoría que menor tamaño de partícula mayor remoción de Cromo con residuo orgánico cáscara de naranja sin previo tratamiento.

Según (GARCÉS y COAVAS, 2017), el proceso de bioadsorción de cromo con cáscara de naranja sin previo tratamiento se realiza durante las 2 primeras horas, para la presente investigación existe variación en el tiempo óptimo de remoción de ahí que no se confirma su teoría ya que en las 2 granulometrías trabajadas de 0,250 y 0,500 mm, el punto más alto de bioadsorción se obtuvo pasando a los 150 minutos.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que, si existe influencia del pH y granulometría en la bioadsorción de cromo con cáscara de naranja, con pH 4 se obtuvo el mejor resultado de bioadsorción con 45.35%, del mismo modo influye el tamaño de granulometría 0,250 mm.
- El resultado óptimo fue a pH 4 y tamaño de granulometría 0,250 mm, reduciendo de 6,240 ppm a 3,410 ppm representado un 45.35% por lo que no se logró estar dentro de los Valores Máximos Admisibles según D.S 021-2009- VVIENDA, donde detalla 10 ppm para verter los efluentes al alcantarillado.
- El mejor resultado obtenido con la granulometría 0,500 mm fue a pH 5, reduciendo de 6,240 ppm a 3,490 ppm representa el 44.07% por lo que no se logró estar dentro de los Valores Máximos Admisibles según D.S 021-2009- VVIENDA, donde detalla 10 ppm de Cr para verter los efluentes al alcantarillado.
- El mejor tiempo de adsorción de todos los tratamientos realizados fue de 150 minutos, tanto para granulometría 0,250 mm y 0,500 mm.
- La cáscara de naranja no es eficiente a grandes concentraciones conteniendo inicialmente 6,240 ppm de ahí que no se obtienen los resultados requeridos para la remoción de cromo.



## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda seguir en la búsqueda de tratamientos alternativos que permitan la remoción de metales pesados de manera eficiente sobre todo a bajo costo y utilizando residuos orgánicos, de igual manera se recomienda indagar más sobre tratamiento previo que puede tener la cáscara de naranja para una mayor bioadsorción

Se recomienda pruebas de diversos tipos de naranja ya que no todas contienen las mismas propiedades bioadsorbente como lignina, pectina, hemicelulosa, en la presente investigación se trabajó solo con un tipo de naranja blanca de Chanchamayo utilizada especialmente para jugos.

Se recomienda aplicar este proceso de bioadsorción con residuo orgánico para remover metales pesados a bajas concentraciones, ya que no se obtuvieron los resultados esperados.

Se recomienda incrementar puntos de análisis en función del tiempo, mientras más puntos a analizar se obtendrán mejores resultados.

Se recomienda trabajar con diversos tamaños de granulometría.

Se recomienda utilizar molino industrial o mortero totalmente limpio para evitar contaminación y así poder obtener tamaños de granulometrías requeridas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARRACIN, Francisco. capacidad de adsorción para remover el ión metálico Pb (II) por el tanino de la cáscara de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*), de las aguas del rio Ramis Puno, Perú ,2014 repositorio de tesis Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/241/EPG695-00695-01.pdf?sequence=1>

ARANDA, Erick. bioadsorción de cromo y níquel por la cascara de la bellota de encino (*Quercus crassipes Humb, & Bompl.*) México, 2010. Repositorio de tesis instituto politécnico nacional, escuela nacional de ciencias biológicas. Disponible en <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/10693/129.pdf;sequence=1>

BUITRÒN, Diana. biosorción de cromo y níquel en aguas contaminadas usando quitosano. Quito - Ecuador, 2015, repositorio de tesis Universidad Central del Ecuador, disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5639/1/T-UCE-0017-142.pdf>

CABRERA, Luis. bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando cáscara de tomate de árbol (*solanun betaceun*), Cuenca, Salesiana, 20117.

CARDONA Anahí, CABANAS Dulce, ZEPEDA Alejandro. evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II)” Ingeniería, vol. 17, núm. 1, enero-abril, 2013, pp. 1-9 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 17-1, pp 1-9, ISSN 1665-529-X. <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/Vol%2017/evaluacion.pdf>

DELGADILLO, Gloria. caracterización de la pepa de níspero de palo (*mespilus communi*) y posibilidades de uso como biosorbente de contaminantes de agua. Callao- Perú, 2015. repositorio de tesis Universidad Nacional del Callao <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1101/012.pdf?sequence=1>

DELGADO, Serapio. evaluación de escamas de pescado como adsorbente de metales pesados de agua. Lima Perú, 2013.

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2323/1/delgado\\_hs.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2323/1/delgado_hs.pdf)

DZUL, Marisela. los enfoques de la investigación científica, Universidad autónoma del estado de Hidalgo Unidad 3 aplicación básica de los métodos científicos. Sistema de universidad. Biblioteca virtual

[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES39.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf)

GGRH-Grupo de Gestión de Recursos Hídricos. Procesos de adsorción. Universidad Jaime I de Castellón, 2015.

disponible en <http://www.agua.uji.es/> Gonçalves, V.; Andrade, A.; Cardoso, D.; Nobile, D.; Teixeira, T.; Caetano, J

GARCES, Luz y COAVAS, Susana. evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de cr (vi) en aguas residuales Cartagena, 2012

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTITA. metodología de la investigación. 5° edición. México.

[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

LAGOS, Andrés. adsorción de cadmio, hierro y plomo en agua artificial. Utilizando *Moringa oleifera Lam.* Quito Ecuador, 2017. repositorio de tesis de la universidad san Francisco de Quito

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6576/1/131054.pdf>

LAGOS, Lesly. bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local. Lima, Marzo Perú. 2016. Repositorio de tesis Pontificia Universidad Católica del Perú

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6727/lagos\\_lesly\\_bioadsorcion\\_cromo\\_cafe\\_curtiembre.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6727/lagos_lesly_bioadsorcion_cromo_cafe_curtiembre.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MUÑOZ, Juan. biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja "*citrus cinensis*" pretratada. Lima Perú, 2007. Repositorio de tesis universidad nacional mayor de san marcos. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/391/Mu%C3%B1oz\\_cj.pdf?sequence=11](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/391/Mu%C3%B1oz_cj.pdf?sequence=11)

PINZÓN, Martha y CARDONA, Angélica; influencia del pH en la bioadsorción de Cr(III) sobre cáscara de naranja. determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, vol. 8, núm. 1, 2010 Universidad de PamplonaPamplona, Colombia  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90315226003>

RAMIREZ, Michael. bioadsorción de cobre, cadmio y manganeso con cáscara de naranja de las aguas de la laguna Colquicocha. Callao Perú, 2016. repositorio de tesis Universidad Nacional del Callao disponible en <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/1733>

RIOS, Paola cinética de bioadsorción de arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo. Machala- El Oro- Quito, 2014. Repositorio de tesis nacional de Machala  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1579/7/CD00006-TEISIS.pdf>

TEJADA Candelaria, VILLABONA Ángel, GARCÉS Luz. adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico Tecno Lógicas, vol. 18, no. 34, pp. 109-123 Colombia, 2014. <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n34/v18n34a10.pdf>

TAPIA Jaime, FREER Juanita, MANSILLA Héctor, VILLASEÑOR Jorge, BRUHN Carlos, BASUALTO Silvia. "estudio de reducción fotocatalizada de cromo hexavalente" Bol. Soc.

Chil. Quím. v.47 n.4 Concepción dic. Chile, 2002. (Recibido: Junio 20, 2001 - Aceptado: Agosto 9, 2002) disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036616442002000400018&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036616442002000400018&script=sci_arttext)

VERDUGO, José. bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de agua residuales utilizando cascara de mandarina (*citrus reticulavar clemetina*), Cuenca, 2017.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14249/1/UPS-CT007003.pdf>

LOSADA Leidy, SOTTO Mayra, Artunduaga Oscar. remoción de cromo Hexavalente utilizando cáscara de Moringa Olifera como bioadsorbente. revista NOVA Vol 1 Num 1. Colombia, 2016.

Martinez Karla, OLVERA Itzel, SUAREZ Alexis. remoción de cromo, cobre níquel y plomo empleando residuos orgánicos cítricos, Mexico, 2016. <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/2.pdf>

ESPINOZA Gloria, MERA Genny. alternativas ambientales para la remoción de cromo hexavalente en residuos líquidos de los laboratorios de la Univesidad de Nariño, Colombia 2015.

[http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2250/1/Espinosa\\_Gloria\\_Mera\\_Genny\\_tesisdefinitiva.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2250/1/Espinosa_Gloria_Mera_Genny_tesisdefinitiva.pdf)

SOTO Edgar. estudio de remoción de Cu(II) en medio acuoso utilizando el albedo de la cáscara de naranja Lima. Peru, 2009. [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1055/1/soto\\_he.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1055/1/soto_he.pdf)

DAVILA Tatiana, SANCHEZ Peña, ORDOÑEZ Darwin, BENITEZ Ricardo, evaluación de residuos agroindustriales como biofiltros de cromo (VI) en efluentes de curtiembres sintéticos. Vol 15 nun 1. revista facultad de ciencias agrarias. Popayán –Colombia, 2017. <file:///C:/Users/Enma%20Verastegui/Downloads/550-1873-1-PB.pdf>

## **ANEXOS**

### **ANEXO A: PROCEDIMIENTO**

Procedimiento de la recolección de muestra: se tomó 10 litros de agua residual de la etapa de curtido de la curtiembre ecológica del norte.

- A) Se recolectó 3 kilogramos de cáscara *citrus sinensis* del tipo blanca de las variedades Barberina, Salustiana, valencia late, el recojo se realizó de las juguerías de la urbanización santo dominguito (mercado indoamericano).
- B) Se trasladó en una bolsa, para su posterior secado y así se obtuvo 150 gramos a tamaño 0.250 mm y 150 gramos a 0.500 mm.
- C) Se realizó el lavado con agua destilada para eliminar impurezas de la cascará de naranja. Se procedió al secado de 104 °C en la estufa por 3 horas.
- D) Se trituró para obtener tamaños homogéneos.
- E) Se tamizó granulometría de 0.250 mm y 0.500 mm.
- F) Se filtró el agua residual obtenida de la curtiembre ecológica del norte.
- G) Se utilizó NaHCO<sub>3</sub> en el agua residual para obtener un pH 4, 5 y 6.
- H) Se evaluó cada 30 min. cada tratamiento, hasta 180 min. en 1 litro, con 14 gr. de cáscara de naranja.

## ANEXO B: DETERMINACIÓN DE CROMO POR ABSORCIÓN ATÓMICA

### 1-) Preparación de la muestra

Se mide 1.0 mL de muestra y se deposita en un matraz de 125 mL, se le adiciona 15 mL de ácido nítrico concentrado se digiere hasta 10 min, se enfría y se adiciona luego 2 mL de ácido perclórico concentrado y se continua la digestión hasta casi sequedad. Luego se hace una solución con agua a 25 mL. Se diluye la solución preparada en la proporción de 0.5:15 para su medición por absorción atómica

### 2-) La curva de calibración

Para la medición de los estándares y las muestras se sigue lo siguiente:

- (a) Encendido el instrumento y editado el método para leer la solución blanco (solución de ácido nítrico al 1%), hasta conseguir una absorbancia de cero.
- (b) Se procede entonces los estándares y muestras de una manera similar a la solución blanco.

**Tabla 14.** Datos para determinar la adsorción de cromo

Estándar	mg Cr/L	Absorbancia
1	1.0	0.054
2	2.0	0.142
3	4.0	0.234

Fuente: Propia

**Tabla 15.** Valores máximos admisibles d.s 021-2009 vivienda

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Expresión</b>	<b>VMA para descargas al sistema de alcantarillado</b>
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsenico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Niquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500
Sufuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrogeno amoniacal	mg/L	NH <sup>+4</sup>	80
pH (2)	Unidad	pH	6-9
Solidos sedimentables (2)	MI/L/H	S.S	8.5
Temperatura (2)	°C	T	<35

Fuente: Propia

- (1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, sera precisada en el reglamento de la presente norma tomada como referencia el codigo, CIIU. Aquellas actividades que no esten incluidas en este código debiera cumplir con los parámetros indicados en el presente anexo.
- (2) Estos parámetros, serán tomados de muestra puntual el valor de los demás parámetros, serán determinados apartir de n analisis de una muestra compuesta.



## ANEXOS C: PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE CÁSCARA DE NARANJA



**Figura 5:** Acopio de cáscara de naranja procedente del mercado santo dominguito



**Figura 6:** Lavado de la cáscara de naranja con agua destilada



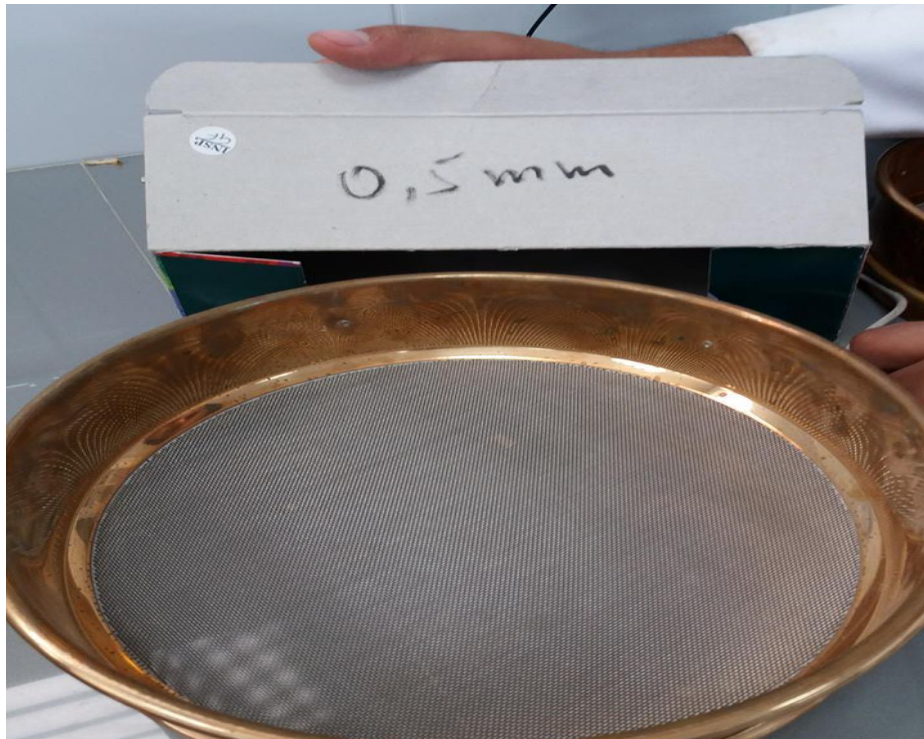
**Figura 7:** Secado de la cáscara



**Figura 8:** Trituración de la cáscara de naranja en mortero



**Figura 9:** Tamiz de tamaño de granulometría 0,250 mm



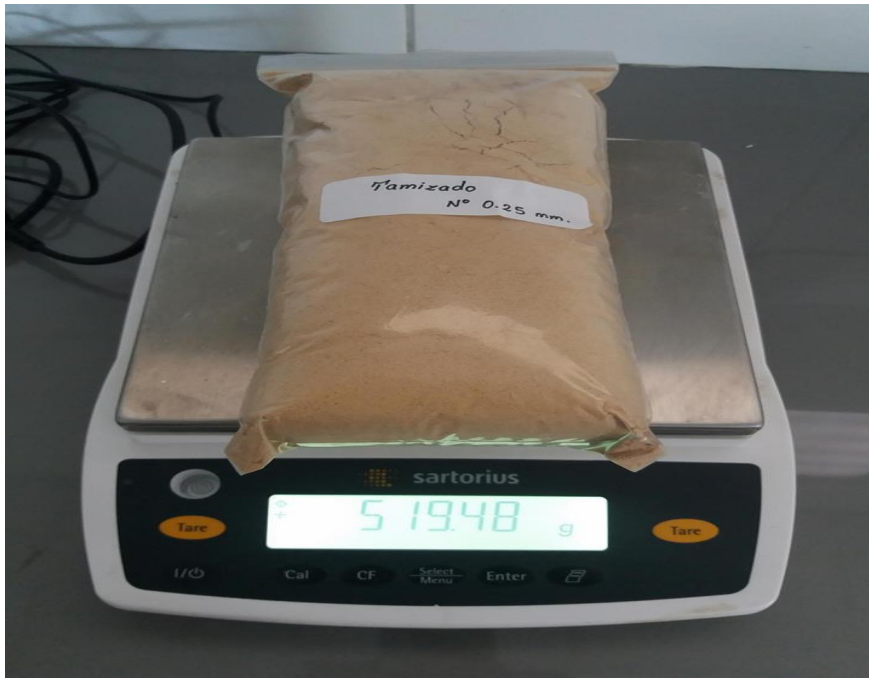
**Figura 10:** Tamiz de tamaño de granulometría 0,500 mm



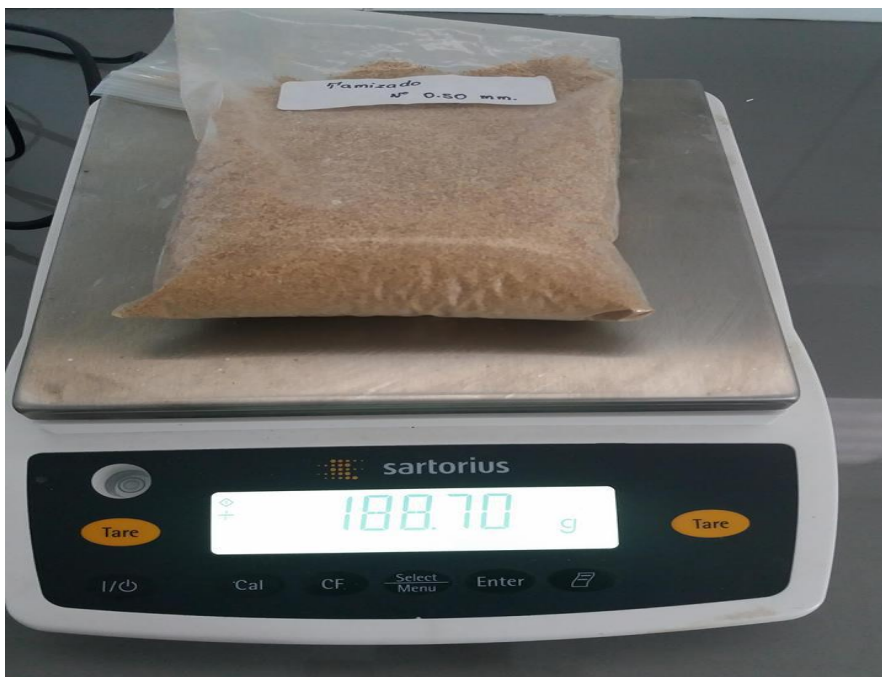
**Figura 11:** Tamiz para la obtención de diferentes granulometrías



**Figura 12:** Peso la cantidad de granulometría obtenida



**Figura 13:** Cantidad obtenida de granulometría 0,250 mm



**Figura 14:** Cantidad obtenida de granulometría 0,500 mm

## ANEXOS D: RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA Y ANÁLISIS



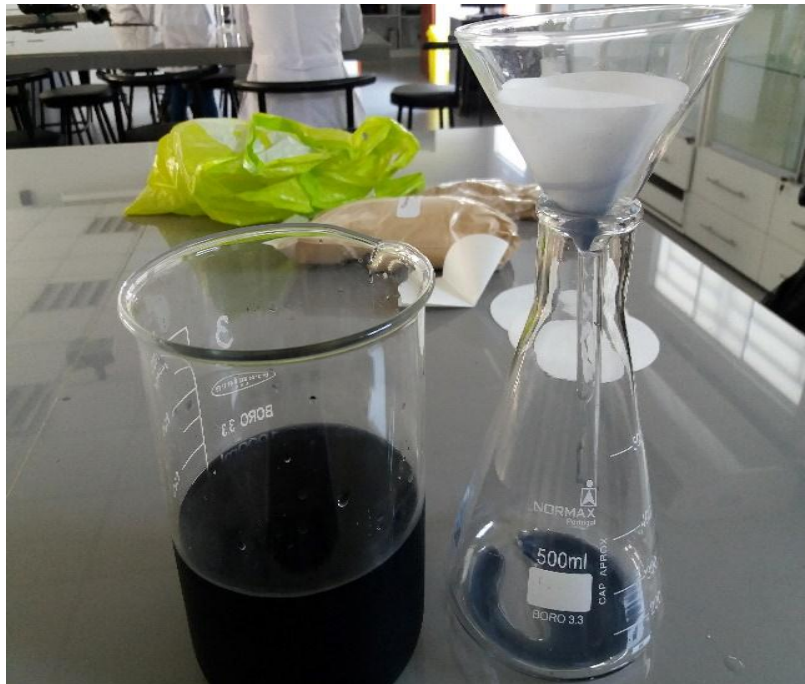
**Figura 15:** Extracción de agua residual del botal curtidor



**Figura 16:** Recolección de la muestra



**Figura 17:** Botal curtidor



**Figura 18:** Filtración de la muestra



**Figura 19:** Regulación a pH 4, 5 y 6 con bicarbonato de sodio



**Figura 20:** Aplicación de los tratamientos en el tes de jarras





**Figura 21:** Extracción de 100 ml de cada tratamiento para su análisis




**Figura 22:** Filtración previo envío a laboratorio



**Figura 23:** Exterior de la Curtiembre Ecológica del Norte




**Figura 24:** Coordenadas de la ubicación de la Curtiembre Ecológica del Norte



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

**LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION**

**LASACI**




## INFORME DE ANÁLISIS

<b>SOLICITANTE</b>	: JOHEL BACA MEZA
<b>MUESTRA</b>	: Cascara de Naranja
<b>FECHA DE INGRESO</b>	: 20 DE ABRIL DEL 2018
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

PARAMETROS	Unidades	RESULTADOS
Cromo	Cr mg/ 100g	0.0543

**TRUJILLO, 25 DE ABRIL DEL 2018**



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

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

**9 949959632 / 933623974**

**Figura 25: Análisis de muestra de cáscara de naranja**



# SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA **DELTAS** S.R.L.

## REPORTE DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : JHOEL BACA MEZA  
MUESTRA: : AGUA RESIDUAL DE CURTIMBRE  
PROCEDENCIA : LA ESPERANZA – TRUJILLO  
FECHA DE INGRESO : 02 DE MAYO DE 2018

MUESTRA	% Cr , p/v (A)	MUESTRA	% Cr ,p/v (A)
1	0,501	19	0,341
2	0,469	20	0,436
3	0,530	21	0,401
4	0,474	22	0,342
5	0,560	23	0,415
6	0,493	24	0,423
7	0,492	25	0,357
8	0,488	26	0,371
9	0,490	27	0,383
10	0,486	28	0,349
11	0,486	29	0,374
12	0,507	30	0,406
13	0,450	31	0,466
14	0,468	32	0,394
15	0,442	33	0,453
16	0,452	34	0,409
17	0,459	35	0,447
18	0,497	36	0,415

A: Método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama

Trujillo 21 de mayo 08 de mayo de 2018

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



Urb. Monserrate 5ª Etapa Mz. D2 Lote 9 - Trujillo - La Libertad. R.U.C. 20482155058  
Telef.: 044-280011 - 949 960633 - 949 564849. E-mail: deltas09@yahoo.com

**Figura 26:** Análisis del primer tratamiento



# SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA

## DELTAS S.R.L.


### REPORTE DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : JHOEL BACA MEZA  
MUESTRA : AGUA RESIDUAL DE CURTIEMBRE  
PROCEDENCIA : LA ESPERANZA - TRUJILLO  
FECHA DE INGRESO : 16 DE MAYO DE 2018

MUESTRA	% Cr, p/v (A)	MUESTRA	% Cr, p/v (A)
1	0,484	19	0,454
2	0,432	20	0,438
3	0,466	21	0,480
4	0,488	22	0,452
5	0,431	23	0,458
6	0,498	24	0,348
7	0,500	25	0,356
8	0,501	26	0,357
9	0,490	27	0,352
10	0,490	28	0,353
11	0,474	29	0,359
12	0,449	30	0,383
13	0,444	31	0,381
14	0,445	32	0,384
15	0,439	33	0,380
16	0,444	34	0,392
17	0,449	35	0,381
18	0,484	36	0,475

A: Método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama

Trujillo 21 de mayo 2018

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



Urb. Monserrate 5ª Etapa Mz. D2 Lote 9 - Trujillo - La Libertad. R.U.C. 20482155058  
Telef.: 044-280011 - 949 960633 - 949 564849. E-mail: deltas09@yahoo.com

Figura 27: Análisis del segundo tratamiento



# SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA **DELTAS** S.R.L.


## REPORTE ANÁLISIS

SOLICITANTE : JHOEL BACA MEZA  
MUESTRA : AGUA RESIDUAL DE CURTIEMBRE  
PROCEDENCIA : LA ESPERANZA – TRUJILLO  
FECHA DE INGRESO : 21 DE mayo de 2018

MUESTRA INICIAL	% Cr, p/v / (A)
1	0.624

A: Método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama

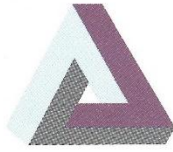
Trujillo 24 de mayo de 2018

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715/ PERITO QUIMICO



Urb. Monserrate 5ª Etapa Mz. D2 Lote 9 - Trujillo - La Libertad. R.U.C. 20482155058  
Telef.: 044-280011 - 949 960633 - 949 564849. E-mail: deltas09@yahoo.com

**Figura 28:** Análisis de muestra de agua residual de curtido



### REPORTE DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : JHOEL BACA MEZA  
MUESTRA: : AGUA RESIDUAL DE CURTIMBRE  
PROCEDENCIA : LA ESPERANZA – TRUJILLO  
FECHA DE INGRESO : 22 DE MAYO DE 2018

MUESTRA	% Cr , p/v (A)	MUESTRA	% Cr ,p/v (A)
1	0,520	19	0,359
2	0,436	20	0,425
3	0,471	21	0,429
4	0,451	22	0,312
5	0,413	23	0,412
6	0,441	24	0,463
7	0,512	25	0,309
8	0,413	26	0,412
9	0,486	27	0,396
10	0,433	28	0,346
11	0,487	29	0,428
12	0,465	30	0,418
13	0,416	31	0,412
14	0,472	32	0,460
15	0,423	33	0,429
16	0,423	34	0,409
17	0,418	35	0,453
18	0,464	36	0,428

A: Método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama

Trujillo 28 de mayo 2018

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



**Figura 29:** Análisis del tercer tratamiento