



# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental

AUTORA

Katerine Jhosili Rodriguez Flores

ASESOR

MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

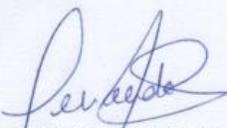
Año 2017 - II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Rodriguez Flores Katerine Jhosili cuyo título es:

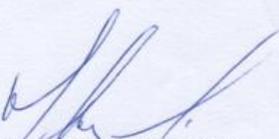
**"EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CÁSCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL LABORATORIO, SJL - 2017"**,

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número) Dieciséis (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho 10 de Diciembre del 2017



.....  
Mg. SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO  
PRESIDENTE



.....  
Mg. HERRERA DIAZ MARCO ANTONIO  
SECRETARIO



.....  
MSc. QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, quienes dieron los mejores años de su vida para cuidarme, amarme y apoyarme, a mis abuelitos, por ser unos segundos padres en el transcurso de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

En primera instancia, al sobrenatural, al amigo incondicional, a mi motor, mi fuerza: Dios, porque sin él nada hubiese sido realizable.

A mi alma Mater la Universidad César Vallejo, por brindarme la oportunidad y las posibilidades de desarrollar profesionalmente.

A mis padres, Rodríguez Sevillano Cesar y Flores Carlos Brigida, por rodearme de cuidados, de amor y apoyo incondicional, luchando día a día por darme lo mejor, combatiendo días difíciles, sin perder las esperanzas que un día radiante como hoy llegaría.

A mis abuelitos, Carlos Benites Rosa y Flores Correa Ligorio, por ser mi soporte para seguir a delante sin dar un paso atrás, o si lo daba, sería para tomar impulso y dar un paso más largo.

A mis hermanos, Margot, Joel, y Karen por brindarme su tiempo y su hombro para descansar.

A mis tíos, Eli y Fredesvinda por brindarme refugio, amor y amistad en estos años fuera de casa, donde su apoyo fue crucial para salir a delante.

A mis asesores Quijano Pacheco Wilber y Rodríguez Mendoza Baleriano por apoyarme, darme confianza y enseñarme a crecer profesional y personalmente, mostrándome el camino a la superación.

Al ingeniero Delgado Arenas Antonio y a Neciosup Gonzales Daniel por brindarme su apoyo, paciencia y orientación en el desarrollo de actividades dentro del laboratorio biotecnológico de la Universidad César Vallejo, y en el transcurso del desarrollo de mi carrera.

A mis amigos, Carbajal Daniela, Olivera Yajaira y Balcazar Erik, por todo el sacrificio, esmero y voluntad que se tuvo.

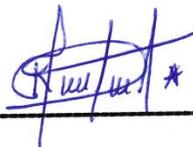
## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Katerine Jhosili Rodriguez Flores** con DNI N° **71733509**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Titulaciones de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 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 y 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, diciembre del 2017



Katerine J. Rodriguez Flores

**DNI N° 71733509**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Presento antes ustedes la Tesis titulada **“Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017”** con la finalidad de generar tratamientos eficientes tentativos para la remoción del cromo hexavalente, el cual resulta tóxico y dañino para el medio ambiente y la salud humana, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación

**Katerine Jhosili Rodriguez Flores**

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática .....	2
1.2 Trabajos previos .....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	11
1.4 Formulación del problema.....	21
1.5 Justificación del estudio .....	21
1.6 Hipótesis .....	22
1.7 Objetivos.....	22
II. MÉTODO .....	23
2.1 Diseño de investigación .....	23
2.2 Variables, Operacionalización .....	24
2.3 Población y muestra .....	27
2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	28
2.5 Métodos de análisis de datos.....	36
2.6 Aspectos Éticos .....	37
III. RESULTADOS.....	38
3.1 Resultados de la elaboración del adsorbente.....	38
3.2 Resultados del análisis de agua con cromo hexavalente .....	40
3.3 Resultados de los tratamientos .....	41
3.4 Resultados del análisis de datos .....	44
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
V. CONCLUSIONES .....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°01:</b> Caracterización de la cáscara de plátano .....	15
<b>Tabla N°02:</b> Estadísticos de fiabilidad .....	35
<b>Tabla N°03:</b> Aplicación de criterios ANOVA.....	46
<b>Tabla N°04:</b> Prueba de contraste tukey .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°01:</b> Operacionalización de variable Independiente.....	25
<b>Cuadro N°02:</b> Operacionalización de Variable Dependiente .....	26
<b>Cuadro N°03:</b> Preparación de la curva de calibración .....	31
<b>Cuadro N° 04:</b> Valoración de expertos .....	35
<b>Cuadro N°05:</b> Rendimiento de polímeros de las cáscaras de plátano .....	38
<b>Cuadro N°06:</b> Cálculo del porcentaje de grasa de la cáscara de las tres variedades de plátano .....	39
<b>Cuadro N°07:</b> Resultados obtenidos la solución sintética de cromo .....	40
<b>Cuadro N°08:</b> Resultados obtenidos de la solución sintética de cromo .....	41
<b>Cuadro N°09:</b> Concentraciones finales de cromo hexavalente en el agua .....	41
<b>Cuadro N°10:</b> Resultados del porcentaje de remoción de cromo VI .....	42
<b>Cuadro N°11:</b> pH y temperatura (iniciales – finales) .....	43
<b>Cuadro N°12:</b> Datos para el análisis de varianza ANOVA .....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°01:</b> Rendimiento de las tres variedades de cáscara de plátano. ....	38
<b>Gráfico N°02:</b> Análisis del porcentaje de fibra detergente ácida de las tres variedades de cáscara de plátano.....	39
<b>Gráfico N° 03:</b> Porcentaje de grasas de las tres variedades de cáscara de plátano.	40
<b>Gráfico N°04:</b> Potencial de Hidrogeno previo y posterior a la aplicación de los tratamientos. ....	44
<b>Gráfico N°05:</b> Gráfico de dispersión.....	44
<b>Gráfico N°06:</b> Comparación de medias por el método de Tukey.....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO I:</b> Ficha de observación para la recolección de las cáscaras de plátano.....	59
<b>ANEXO II:</b> Ficha de observación de las concentraciones de cromo.....	60
<b>ANEXO III:</b> Validación por los expertos.....	61
<b>ANEXO IV:</b> Matriz de consistencia.....	71
<b>ANEXO V:</b> Límites de efluente para alcantarillado de las actividades de curtiembre	72
<b>ANEXO VI:</b> Análisis de cromo de aguas de la curtiembre Hinos S.A.C.....	74
<b>ANEXO VII:</b> Análisis de fibra en detergente ácido .....	75
<b>ANEXO VIII:</b> Análisis del agua sintética elaborada .....	76
<b>ANEXO IX:</b> Análisis de cromo hexavalente después de la aplicación de los tratamientos .....	77
<b>ANEXO X:</b> pH y T° finales .....	78
<b>ANEXO XI:</b> Preparación del adsorbente .....	79
<b>ANEXO XII:</b> Extracción de grasas y pigmentos de las cáscaras de plátano.....	81
<b>ANEXO XIII:</b> Elaboración del agua sintética .....	81
<b>ANEXO XIV:</b> Tratamientos.....	82
<b>ANEXO XV:</b> Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	83
<b>ANEXO XVI:</b> Pantallazo del turnitin .....	84
<b>ANEXO XVII:</b> Autorización de publicación de tesis .....	85
<b>ANEXO XVIII:</b> Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	86

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la eficiencia de las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017. El trabajo se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este. Para la cual se usó el equipo Floculador programable JLT16, además se planteó bajo el diseño completo al azar con 3 tratamientos: T1 con la variedad de cáscara de plátano hartón, T2 con la variedad de cáscara de plátano palillo y el T3 con la variedad de cáscara de plátano isla, cada uno con tres replicas y un vaso de 0,5 L de agua contaminada como unidad experimental, en la cual se emplearon 5 gramos del adsorbente en 0,5 L de agua con 117 mg/L de cromo VI, la cual tenía un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$ , en un periodo de 60 min con una velocidad de agitación de 250 Rpm/min. Finalizado los tratamientos las muestras se dejaron reposar para que los sólidos producto del polímero de las cáscaras de plátano sedimenten y posteriormente sean vertidas en frascos para el respectivo análisis de la determinación de cromo hexavalente. Teniendo como mejor resultado la eficiencia del T1 con el empleo de la cáscara de plátano hartón, el cual obtuvo una remoción del 62%, quedando así demostrado que los adsorbentes de las tres variedades de cáscara de plátano tienen capacidades y eficiencias diferentes para remover concentraciones de cromo VI presentes en el agua.

**Palabras claves:** Eficiencia, remoción, variedades de cáscara de plátano, cromo VI.

## ABSTRAC

The main objective of the present investigation was to evaluate the efficiency of the three varieties of banana skin (*Musa paradisiaca*) for the removal of hexavalent chromium from contaminated water at the laboratory level, Sjl - 2017. The work was carried out in the laboratory of Biotechnology of the César Vallejo University Lima East Headquarters. For which the programmable Flocculator JLT16 was used, it was also raised under the complete design at random with 3 treatments: T1 with the variety of banana skin hartón, T2 with the variety of banana skin palillo and T3 with the variety of banana skin isla, each with three replicas and a 0,5 L glass of contaminated water as an experimental unit, in which 5 grams of the adsorbent was used in 0,5 L of water with 117 mg/L of chromium VI, which had a particle size of 250  $\mu\text{m}$ , in a period of 60 min with a stirring speed of 250 Rpm/min. Once the treatments were finished, the samples were allowed to stand so that the polymer product solids of the banana skins were sedimented and later they were poured into jars for the respective analysis of the determination of hexavalent chromium. The best result was the efficiency of T1 with the use of banana skin hartón, which obtained a 62% removal, thus demonstrating that the adsorbents of the three varieties of banana skin have different capacities and efficiencies to remove concentrations of chromium VI present in the water.

**Keywords:** Efficiency, removal, varieties of banana skin, chrome VI.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio se realizó porque en la actualidad existe una demanda creciente del cuero y con ello la industria del curtido de pieles, quien hace uso de las sales de cromo como insumo principal del proceso, el cual representa hasta el 80 % de la producción total, y su presencia de este en el agua, finalizada su utilización representa uno de los frecuentes y más alarmantes problemas de contaminación, ya que el agua recargada con el metal es desembocada a los cauces de los ríos y a los desagües causando severas alteraciones al medio.

Por otro lado, el comercio de plátano e industrialización, ocupa un lugar muy importante en la economía, sin embargo, acarrea problemas de generación de residuos sólidos que intensifican el problema de contaminación por el mal manejo que se les asigna. Los residuos sólidos mal dispuestos generan puntos de infección y de transmisión de enfermedades, como también degradación de suelos, ya que los residuos abarcan grandes áreas, lo que ocasiona una consiguiente pérdida de productividad, de la misma manera que altera el aire por el sin fin de malos olores liberados a la atmósfera, los cuales intensifican su contagio por acción de los vientos, así también el recursos agua ve deteriorado su calidad, por la presencia de los residuos que alteran los sistemas acuáticos y afectan su disponibilidad.

De ello que, como alternativa de solución se planteó usar las cáscaras de las tres variedades de plátano (hartón, palillo e isla) como adsorbente natural para aguas contaminadas con cromo hexavalente.

Para la cual se preparó una solución sintética similar al del agua residual de una curtiembre, con el empleo de cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) en una concentración de 117 mg/L de  $Cr^{+6}$ .

Posteriormente se realizó la preparación del adsorbente de las cáscaras de plátano, empezando en la recolección de la cáscara de la variedad de hartón (5 kg), palillo (5 kg) e isla (5 kg), que fueron lavadas y secadas en una estufa a 70 – 90 °C, trituradas en un molino manual y finalmente tamizadas en un tamiz #60.

Para la remoción de cromo VI de las aguas contaminadas, se empleó el equipo Floculador programable JLT6, que consistió en agregar medio litro de agua contaminada en cada jarra, tomando como tratamientos (T1, T2 y T3) a cada variedad de plátano. Estas tuvieron tres repeticiones, en los cuales se le aplicó la misma dosis (5g/0.5L), la misma granulometría (250  $\mu\text{m}$ ), el mismo tiempo (60 minutos) y la misma velocidad de agitación (250 RPM). Finalizado la aplicación de tratamientos se dejaron reposar las muestras para que los polímeros de las cáscaras de plátano se sedimenten y luego sean vertidas en frascos y preservados a 4 °C para su posterior determinación de cromo VI final en el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Lima Este.

Para el análisis de muestra se usó el diseño completo al azar y para la comparación de medias la prueba de contraste de Tukey.

### **1.1 Realidad Problemática**

El problema de contaminación de aguas con cromo hexavalente producto de actividades del curtido de pieles representa uno de los problemas degenerativos de la calidad del agua, y que esta se emite aproximadamente desde 1000 a 2000 ppm de cromo, los cuales sobrepasan hasta 400 veces los límites máximos permisibles. El cromo dependiendo de su concentración y su estado de oxidación representa daños perjudiciales para el medio ambiente y el ser humano, siendo considerado específicamente el cromo hexavalente como el más tóxico y dañino, que va desde un efecto alérgico a cancerígeno y finalmente mortal.

Según Méndez (2007) “Los efluentes generados durante el proceso curtiembre contiene elevadas concentraciones de agentes químicos tóxicos como cromo y sulfuro” (p.17). Por ello se deduce que sus efectos más importantes son en el uso del cromo en el proceso de curtido de pieles y posteriormente la descarga de estas aguas recargadas con cromo al alcantarillado, sin tratamiento, ni con la precaución de los límites máximos permisibles a la que la empresa debe estar sujeta, convirtiéndola en un foco de contaminación más.

Este problema es realmente preocupante porque la vida de las comunidades aledañas corre el riesgo del deterioro de salud, de tranquilidad, con una consiguiente alteración de sus recursos naturales como el agua y el suelo, los cuales pierden su disponibilidad, productividad y calidad.

Además, se sabe que los residuos sólidos orgánicos producto de las actividades agrícolas resultan ser problema de contaminación desde el momento que estos culminan su rol en el proceso del consumismo humano, propiciando el origen de botaderos informales, lixiviados, malos olores, punto de desarrollo de microorganismos y enfermedades infecciosas, que resultan ser promovidas por los vectores, intensificando el problema.

Es por ello que el trabajo de investigación propone reutilizar cáscaras de plátano, producto de desecho que resulta para la industria un agente contaminante, para frenar la irresponsable descarga de aguas contaminadas con cromo, de modo que se propicie un tratamiento de estas aguas y se evite el vertido al desagüe, evitando que ingrese aguas contaminadas con cromo, el cual afecta el bienestar de la salud humana y del medio.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales**

Por un lado, se tiene a ROCCA, E (2015), quien presentó la tesis titulada *“Remoción de plomo (Pb) con la cáscara de plátano de seda Musa Paradisiaca, en aguas contaminadas, a nivel de laboratorio”*, como requisito para obtener el Título profesional de Ingeniera Ambiental en la Universidad César Vallejo (Lima). La cual buscó determinar la eficiencia de la cáscara de plátano para remover plomo, como nueva tecnología que pretende suplante los métodos convencionales, métodos costosos que resultan en su mayoría de veces insuficientes. Para la cual se empleó una metodología que consistió en la elaboración de una solución patrón de plomo de 1000 mg/L, subdividida en concentraciones de 5; 10; 30; 50 y 100 mg/L, que fueron tratadas con dosis de 1; 3; 5; y 8 g de la cáscara, previamente preparada (picadas y secadas a 75°C

por 24 horas, posteriormente trituradas y tamizadas en 53; 90; 180; 355 y 500  $\mu\text{m}$ ). Finalmente se obtuvo una serie de tratamientos a los cuales se les midió el pH, conductividad, sólidos totales. De los cuales el trato más efectivo fue en un tiempo de 25 min, con el empleo de 8 g a 500  $\mu\text{m}$  con una velocidad de 300 rpm, alcanzando una eficiencia de 99,73 % de remoción, y en su repetición con un porcentaje de 99,81 % y 99,79 % para 100 mg/L de plomo. Llevando a concluir que, debido al tamaño, la cantidad de dosis agregada, sumando a ello la velocidad y tiempo de agitación, la eficiencia en la remoción de aguas contaminadas con plomo son muchos más efectivos. Es así que este trabajo es considerado relacionado con la investigación en curso, ya que propone dosis, tiempos y tamaños de partículas de la cáscara de plátano con resultados más eficientes en la remoción, la cual se considera aplicativa al presente proyecto de investigación.

### **1.2.2 Antecedentes Internacionales**

Por otro lado DÍAZ, R [et.al] (2016), en el artículo en inglés titulado *“Kinetic study of absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water”* consideró la determinación de la eficiencia de la absorción de cromo (VI) por la cáscara de plátano de isla canaria, como alternativa sostenible para combatir las exponenciales descargas de efluentes industriales en los ecosistemas acuáticos y terrestres, ya que en concentraciones sobrepasantes es muy probable que cause riesgos toxicológicos y cancerígenos en la salud humana. La metodología usada, consistió en lavar las cáscaras de isla canaria y someterlas a una temperatura de 40 °C, para su posterior molido. El polvo obtenido fue sometido a un lavado, filtrado y a un proceso de secado para su posterior utilización. La muestra sintética preparada fue puesta a una experimentación teniendo en cuenta parámetros como: El pH, el tiempo de contacto, la dosis y la concentración inicial del metal. El material en contacto con la solución acuosa en un período de 30 min y a 120 rpm fue posteriormente analizada espectrofotométricamente. El resultado fue la eliminación rápida de iones de cromo al principio, con una absorción de 77,3% y 55,3% para 20 y 50 mg /L de Cr (VI) en sólo 1 minuto, al seguir, el aumento fue paulatino hasta volverse relativamente constante. Concluyendo que la cáscara de isla canaria es eficiente en un 50 % para el cromo VI,

lo cual es mucho más rentable que un tratamiento convencional, que resulta más caro y menos eficiente. Es así que este trabajo se considera relacionado con el que se pretende llevar a cabo, ya que muestra una orientación del desarrollo del tratamiento que se pretende realizar.

Así también, se tiene a PEÑA, D (2016), quien presentó la tesis titulada “*Remoción de Cd por musa cavendishii L.*” como requisito para obtener el Grado de Licenciatura en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma del estado de México. La cual planteó el análisis y el grado de remoción del cadmio presentes en muestras de aguas sintéticas, mediante el proceso de adsorción por *musa cavendishii L*, con el fin de combatir la desenfrenada contaminación y los elevados costos de tratamientos avanzados. El cadmio es uno más de los tantos metales que perjudican el equilibrio ambiental y humano, pues su toxicidad y sus propiedades acumulativas hacen que sus efectos reúnan todas las características temibles por la humanidad, es así que se pretende combatir el problema generado por la presencia del cadmio en el agua, como también se pretende combatir el problema de los residuos generados por las cáscaras de plátano como material de desecho, de modo que sean estos reutilizados para subsanar la alteración del agua producto de la contaminación. Para la realización, se prosiguió a secar por un periodo de una semana al aire libre las cáscaras recicladas, deshidratarlas a 70 °C por 5 horas en una estufa, molerlas y tamizarlas en una malla 40 (425 µm). La cantidad de biomaterial obtenida fue dividida en dos porciones, la primera se manejó de manera natural, mientras que la segunda fue acidificada con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en una proporción de 1 g: 2 ml. La experimentación fue realizada en tiempos de 0; 5; 10; 15; 20; 25 y 30 min en concentraciones de 5; 10; 20; 30; 40; 50 y 60 mgL<sup>-1</sup> obtenidas de una solución madre de 500 mgL<sup>-1</sup> de Cd a base de 0.816 g de CdCl<sub>2</sub> transferido a una matriz aforado de 1L. Luego de la experimentación con el material adsorbente natural y modificado se observó que a mayor tiempo de contacto mayor es el porcentaje de remoción, mientras que, a mayor concentración de cadmio presente, menor es el porcentaje de retención. Finalmente se concluyó que el material adsorbente modificado, tiene un mayor porcentaje de absorción (78,5 %) que el tratamiento de forma natural (68 %), debido a que al

acidificarlo se oxida la superficie del material, incrementando su capacidad de adsorción. Es así que se llega a considerar el presente proyecto de investigación en relación al tema a desarrollar, ya que propone mayores tiempos de contacto y menores concentraciones del metal objeto de remoción, teniendo como referencia un tiempo de 5 min como los más significativos para el proceso de adsorción.

Además, se tiene a CASTRO, B (2015), quien presentó la tesis titulada “*uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas*”, como requisito para obtener el Título de Magister en Impactos Ambientales en Ecuador. Tuvo como objetivo promover la utilización de adsorbentes para la remoción de metales pesados contenidos en aguas, de manera que se mitigue la contaminación y desequilibrio ambiental que su presencia genera en ellas, como resultados de las actividades antropogénicas. En cuanto a la metodología, se varió el tamaño de partícula y la cantidad de cáscara de plátano, para la cual se procedió a la reutilización de la cáscara de plátano maduro que desecha la empresa ecuatoriana CONFOCO S.A. posteriormente, molidas y tamizadas hasta que se obtuvo un tamaño de partícula de 845  $\mu\text{m}$ , 400  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, se elaboró una muestra sintética de plomo (II) (50 ppm) y una de cromo VI (50 ppm) en la que se pusieron a efecto en un reactor tipo “Batch” las tres cantidades de la cáscara de plátano (10; 15 y 20 g) y los tres tamaños de partícula ya antes mencionadas. Los resultados como proceso máximo de adsorción en 48 horas obtenidos fueron de 80 %  $\pm$  1,75 para el plomo (II) y 51,2 %  $\pm$  5,48 para el cromo (VI). Llegando a la conclusión de que a menor tamaño de la partícula mayor es el proceso de remoción, ya que los resultados obtenidos fueron con el tamaño mínimo de partícula (250  $\mu\text{m}$ ) y una cantidad de 10 g de cáscara de plátano. Cabe mencionar que para el cromo no se mostró una influencia de la cantidad de cáscara de plátano, pues en los resultados no se evidenció grandes variaciones a mayor o menor cantidad de cáscara utilizada, mientras que en la remoción de plomo sí. Por todo lo descrito, se considera esta investigación relacionada a la que se pretende realizar, ya que afirma que para la remoción de cromo se debe tener más en cuenta el tamaño de partícula que la cantidad empleada, ya que a mayor

o menor cantidad no se evidencia grandes variaciones de remoción de cromo hexavalente, orientando la investigación a un enfoque granulométrico más minucioso.

Asimismo, TEJEDA, L. [et. al] (2014), quien presentó un artículo de la revista Luna Azul titulado “*Estudio de modificación química y física de biomasa (citrus sinensis y musa paradisiaca) para la adsorción de metales pesados en solución*” consideró como objetivo estudiar el efecto de las modificaciones a carbón activado y recubrimiento con quitosano de biomasa lignocelulósica obtenida de cáscaras de plátano y naranja para la adsorción de Cr (VI), con el fin de contrarrestar la problemática ambiental asociada a los efluentes de las actividades industriales, los cuales contaminan el agua, posteriormente el suelo, la napa freática, pasando por las cadenas tróficas y así sucesivamente, extendiendo sus horizontes de contagio e intensificando el problema. El cromo, metal de primera serie de los metales de transición que en sus estados de oxidación +3 y +6 representan riesgos, siendo el de +6 el de mayor amenaza, debido a sus contaminantes y genéticos efectos. La metodología consistió en lavar los residuos con agua destilada (60 °C por 30 min), luego se volvió a lavar con 1,5 volumen de etanol de 70 % a 50 °C a 100 rpm por 30 min, y posteriormente la biomasa fue secada a 90 °C durante 24 horas, para triturarla y tamizarla a tamaños de partícula de 0.3; 0.425 – 0.525 mm. La biomasa preparada se preincineró en un horno con una velocidad de calentamiento de a 15 °C/min hasta alcanzar una temperatura de 400 °C, manteniéndolo la condición por 60 min con una atmósfera inerte de nitrógeno para evitar la formación de cenizas. La biomasa preincinerada se activó añadiendo por cada gramo de carbón 1 ml de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) al 85 %. Luego se realizó una segunda incineración de una mufla a una temperatura de 600 °C por 60 min. Para los excesos de ácido se realizó sucesivos lavados con agua destilada seguida de filtraciones y secados a 60 °C. Para modificar las biomosas se adquirió quitosano comercial grado practico 85 % el cual se sumergió en ácido acético con relación 0.5 v/v, mezclándolos durante 24 horas a 150 rpm con el objetivo de formar un gel homogéneo, posteriormente la biomasa se sumergió en una relación de quitosano y biomasa 1:5 durante 12 horas a 150 rpm. Terminado este procedimiento se lavó con agua y se secó. Este proceso se repitió tres a más veces para formar una capa gruesa

de quitosano en la biomasa. Las piedras revestidas se activaron y neutralizaron con un lavado de NaOH al 0.5 % p/v durante 3 horas. Las perlas de quitosano se lavaron y secaron. Los estudios de adsorción de llevaron a cabo usando 300 ml de 100 ppm de Cr (IV) en solución, para las cuales se acondiciono pH de (3; 4 y 5) tres cantidades de adsorbente (2; 4; 6 g/L) por 60 min, a 180 rpm y a una temperatura de 25 °C (ambiente). Así también se llevó a cabo la caracterización del material adsorbente antes y después de la realización del experimento, donde para la cáscara de naranja natural se observó que hay un cambio del pico de los grupos carboxilo y amino, los cuales se deben a la adhesión de Cr (VI), y para la cáscara modificada con quitosano se observó el ancho intenso de nuevos grupos funcionales (hidroxilo, carboxilo y amino). Mientras que para la cáscara de plátano se ve un estiramiento del enlace O-H de los compuestos poliméricos como celulosa, pectina, hemicelulosa y lignina. De ello que al comparar los espectros de los adsorbentes antes y después del proceso de adsorción se ve un cambio en el número de onda, lo cual indica la participación de grupos carboxílicos en la unión de los iones de Cr (VI). Realizada la experimentación se observó que a medida que el pH baja, aumenta el porcentaje de adsorción debido a que la superficie del biomaterial (grupos amino y carboxilos) cargado positivamente se convierten en grupos protonados, mientras que con respecto a la relación sólido /líquido se observó que la cantidad de metal adsorbido aumenta rápidamente a mayor presencia del adsorbente. Así también, se ve que el número de centro activos se incrementan a medida que el tamaño de partícula es menor, de modo que la capacidad de adsorción de iones de cromo es mayor. Para finalizar la investigación se realizó las pruebas de adsorción con 6 g/L de material adsorbente, en un medio moderadamente ácido (pH 3) y un tiempo de 60 min para una concentración inicial del metal de 1636 ppm, los resultados evidenciaron una reducción a 581 ppm de cromo hexavalente, mostrando así una efectividad del 65,4%. Concluyendo que efectivamente tanto la cáscara de naranja como la de plátano tienen 2 centros activos de adsorción que serían los grupos hidroxilo y carbonilo, los que les dan la propiedad de remover iones metálicos a una eficiencia considerable, la cual puede contrarrestar los problemas de contaminación de agua. Por ello que este trabajo se relaciona con la investigación presente, al determinar la eficiencia del material, mostrando que en una hora de una

concentración inicial de 1636 ppm con 6 g/L en un medio moderadamente ácido (pH 3) se puede lograr una eficiencia de hasta el 65%.

También, se tiene a ALVARADO, A Y GOMEZ, D (2013), quienes presentaron la tesis titulada “*estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de *musa sapientum* (banano) utilizadas como filtro*” como requisito para obtener el Grado de Licenciatura en química y farmacia en la Universidad de Salvador, planteó realizar un estudio de la retención de plomo a partir de cáscara de banano utilizadas como filtro, con el fin de contrarrestar la contaminación existente en las aguas, mediante métodos adsorbentes económicos, eficientes y sin contenido tóxico residual, ya que el plomo representa un peligro alarmante que se deposita y acumula en cuerpos naturales con una posible transferencia humana consecuente de la cadena alimenticia, por lo que las aguas con plomo necesitan ser tratadas. La metodología empleada consistió en la obtención de polvillo de la cáscara de banano, para ello se procedió a separar la cáscara del fruto y lavarlas con hipoclorito de sodio para eliminar impurezas, colocarlas a la estufa a 70 °C y 90 °C por 11 horas, molerlas y tamizarlas de modo que se obtenga tamaños uniformes de partícula. Por otro lado se elaboró cuatro filtros utilizando frascos (PET) previamente lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio, cuyas capacidades fueron de un litro, después se colocó en orden ascendente: algodón, gasa, y una cantidades de 5; 10; 20 y 30 g de polvo de cáscara de banano, teniendo como resultado cuatro filtros con distintas dosis de banano, por los que se hizo pasar 10.0 ppm de una solución madre de plomo, para finalmente cuantificar las cantidades de plomo presentes, utilizando un espectrofotómetro de Absorción Atómica AA – 7000 a longitud de onda de 283,3 nm. Una vez finalizado la experimentación se observó que los filtros tratados con 5 g de cáscara de banano retuvieron un 97, 93% de plomo, con 10 g retuvo 98, 82%, y los filtros con 20 y 30 g no fueron detectados, ya que no llegaron dichas concentraciones al nivel mínimo detectado por el equipo. Llevando a concluir que mayor es el porcentaje de remoción, extracción y/o arrancamiento del metal al incremento de la cantidad de polvo de cáscara de banano, ya que se aumenta la capacidad de intercambio iónico entre el metal y la biomasa. Es así que el trabajo descrito se relaciona con la investigación que se pretende realizar,

dado que propone cantidades o rangos de polvo de cáscara de banano en los que se obtiene efectivos resultados que, un equipo no logra detectar la presencia del metal, encaminando nuestra investigación a dosis aproximadas a las mencionadas.

Finalmente se tiene a TORRES, L. [et. al] (2012), quien presentó un artículo de la Universidad Autónoma de Nuevo León titulado “*Remoción de Cromo hexavalente por la cáscara de plátano (Musa Cavendishii)*”. Tuvo como objetivo analizar la capacidad de *Musa Cavendishii* para la remoción de cromo, con el fin de buscar alternativas que disminuyan parte de la intensificación del problema de contaminación del agua por metales, tal es el caso del cromo. El cromo en elevadas concentraciones, como resultado de actividades humanas, es muy tóxico y presenta desencadenantes consecuencias cancerígenas y mutagénicas tanto en los seres humanos, animales y demás seres existentes en el planeta, por ello que la descontaminación del agua con dicho metal es significativamente relevante, más aún por medio de un método de bajo costo y efectivamente eficiente. Es así que las aguas procedentes del curtido de pieles entran a detalle por las elevadas concentraciones de cromo que poseen, para la cual se desarrolló la presente investigación, con una metodología que consistió en la limpieza de las cáscaras de plátano con agua tridesionizada durante 72 horas, luego se llevó a una ebullición de 60 min con el fin de remover los compuestos volátiles y el polvo adherido al material, para un enjuagado de 24 horas con agua tridesionizada, posterior secado en una estufa a 60 °C, molido y tamizado final. Por otro lado se preparó una solución madre a partir de  $K_2CrO_5$  para obtener una solución de 50 mg/L de cromo, y ponerla en contacto con 1; 2; 3; 4 y 5 g de biomasa, sumado a 100 rpm, una temperatura de 28 °C, un tiempo de 60 min y con diferentes pH , el cual se ajustó con  $H_2SO_4$  y  $NaOH$  a pH óptimos de 2 a 3, ya que el cromo (VI) se encuentra como  $HCrO_4^-$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $CrO_4^{2-}$ ,  $Cr_4O_{13}^{2-}$ ,  $Cr_3O_{10}^{2-}$ , y una baja en el pH induce una fuerte atracción de los iones de cromo hexavalente por la protonación de la superficie del material adsorbente que se produce, más cuando el pH se aumenta, los OH se incrementan cambiando la superficie del adsorbente impidiendo la bioadsorción del cromo. Respecto a temperatura se dice que la concentración del metal no influye ya que 200 y 1000 ppm a unos 60 °C se eliminaron en 40 min. Finalizado el proceso por

medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida se determinó la concentración de cromo cada cierto periodo, obteniendo que 1 g del material adsorbente remueve en 60 min el 100% de la concentración del metal, mientras que con 5 g se logró remover en un tiempo de 25 min. Sintetizando que a mayor masa adsorbente menor es el tiempo de contacto. Este trabajo se relaciona con la investigación presente, al determinar la eficiencia del material adsorbente, que en una hora se puede lograr una eficiencia de hasta el 100%, con rangos de pH y temperatura, lo cual orienta dicho trabajo a aproximaciones relevantes de tiempo, cantidad del material adsorbente, pH y T°.

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

#### **1.3.1 Marco teórico**

##### **1.3.1.1 Cromo**

Con el constante avance de las actividades humanas, las fuentes de contaminación de agua con cromo se han incrementado, posicionando a este en el segundo lugar de la presencia más común en acuíferos contaminados.

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el registro de enfermedades, el cromo es un metal natural que se encuentra en rocas, animales, plantas y en el suelo. De la cual sus formas más comunes son: El cromo metálico (0) utilizado para la fabricación de metales, el cromo (III) y (VI) usados en cromados, colorantes, pigmentos de los curtidos de cueros y preservantes de madera, etc. Según el departamento de salud y servicios humanos (DHHS), la Agencia internacional para la investigación de cáncer (IARC) y la EPA han determinado que el cromo (VI) es carcinogénico. Su inhalación, ingestión y contacto cutáneo provoca cáncer, desarrollo de tumores estomacales, alergias, enrojecimientos e hinchazones graves de la piel, problemas respiratorios e incluso cáncer del pulmón. De la misma manera experimentación con los animales expuestos a concentraciones de cromo (VI) han demostrado que la ingesta de este provoca irritación, úlceras en el estómago y el intestino delgado, anemia e incluso daños en los espermatozoides y sistema reproductor.

### **1.3.1.2 Plátano**

El plátano es una fruta cuya clasificación fue dada por Carlos Linneo en 1753 como *Musa paradisiaca*, de familia musácea, del género *Musa*. De la cual se incluyen dentro de las musáceas los plátanos *Musa cavendishii* y los plátanos *Musa paradisiaca*. Este fruto conforme su estado de maduración varía desde un color verde hasta un color amarillo, con un posterior ennegrecimiento cuando ya se está pasando de maduro. Tiene sabor más o menos dulce. Su planta es herbácea perenne, ya que luego de la fructificación las partes aéreas son remplazadas por unas nuevas, no posee tallo verdadero, sino posee vainas foliares llamadas pseudotallos, asimismo cuenta con un órgano subterráneo conocido como cepa, formado por un cilindro central rodeado de un cortex protector del que emergen las raíces, las flores y los retoños o hijos que continuarán la vida de la planta. Produce entre 300 a 400 unidades por espiga, tiene un periodo de 80 y 180 días en desarrollarse por completo (Alvarado y Gomez, 2013).

Según las plantaciones de plátano en Tumbes (2005) en “el país se cultivan aproximadamente 152,275 ha de plátano y banano, con una producción anual 1'450,000 toneladas” (párr. 3) cuya producción resulta totalmente rentable para el desarrollo económico del país y el lugar en donde se produce, más sus residuos entran a formar parte de uno de los focos de contaminación que preocupa a nivel mundial, ya que los residuos orgánicos aparte de que impactan negativamente el medio ambiente, dan origen a lixiviados, malos olores y tiraderos informales, que proliferan microorganismos, bacterias, virus y formación de hongos en lugares inadecuados, causantes de enfermedades infecciosas.

### **1.3.1.3 Cáscara de plátano**

La cáscara es la corteza del fruto. Tiene un alto contenido de potasio y es rica en taninos, su contenido de fibra en la cáscara es de 13% en base seca: Donde los principales componentes son: celulosa (25%), hemicelulosa (15%) y lignina (60%). De ello que considerarla como material adsorbente desde un punto de vista de reutilizar este desecho para darle un fin benéfico para la industria, específicamente en el

tratamiento de aguas, mediante el proceso de biosorción, resulta una alternativa tentativa y viable, ya que la según Alvarado y Gomez (2013) la cáscara de plátano molida tiene la capacidad para extraer iones de metales pesados del agua debido en gran parte a la lignina, polímeros insolubles con un elevado peso molecular, que resulta de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico), mientras que para Tejeda [et al.] (2014) esa capacidad es debida a que la de plátano tiene 2 centros activos de adsorción que serían los grupos hidroxilo y carbonilo, y para los estudios realizados en la Universidad Federal de Sao Carlos, Brasil (2011), las cáscaras de plátano tienen la capacidad de remover iones metálicos de medios acuosos por la atracción sobre la carga positiva de estos, debido a los elementos como el hidroxilo y el carboxilo de pectina que esta cuenta en su composición (Citado por García, 2016, p. 17).

De ello que se propone reutilizar los residuos de las cáscaras de plátano para mitigar los desencadenantes problemas originados por la presencia del cromo en el agua mediante el proceso de biosorción.

#### **1.3.1.4 Biosorción**

La biosorción según Cañizares (2000) es un proceso que involucra dos fases: Una sólida (sorbente) y una fase líquida (solvente) que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (sorbato, iones metálicos), donde la fase sólida (material vivo o muerto) fija el material a extraer de la fase líquida en su superficie, debido a la afinidad del sorbente por las especies del sorbato. A si pues Tejeda, Villabona y Garcés (2015) atribuye la extracción de metales mediante biomasa residual a sus proteínas, carbohidratos y componentes fenólicos que contienen grupos carboxilo, hidroxilo, sulfatos, fosfatos y amino, los cuales son los primordiales, ya que son estos que presentan la afinidad a los iones y a su vez los responsable de la realización del proceso. Este proceso incluye proceso de adsorción y absorción.

Debido al tipo de atracción que se dan entre el soluto y el adsorbente (material inerte) se distingue tres clases de adsorción: la adsorción de tipo eléctrico se da por el

intercambio iónico en la cual los iones de la sustancia de interés se fijan en la superficie del material adsorbente, mientras que la adsorción por la fuerza de Van der Waals o fisisorción, es debido a que estos iones no se fijan en un lugar específico de la superficie, si no que se trasladan libremente dentro de la interface, y la adsorción de naturaleza química es aquella en la que el adsorbato forma unos enlaces fuertes localizados en los centro activos del adsorbente, la cual muchas veces sufre una transformación dando lugar a una especie distinta (Tejada, Villabona y Garcés, 2015).

#### **1.3.1.5 Variables de la adsorción**

Para que el proceso de adsorción se desarrolle de manera más eficiente debe realizarse bajo ciertos acondicionamientos que van a intervenir en el curso del procedimiento.

Según Tejada, Villabona y Garcés (2015) la temperatura, el pH y el tamaño de la partícula son factores que modifican el proceso, ya que a mayor temperatura se causa un cambio en la textura del material, a pH superiores a 4,5 se favorece la adsorción de cationes, a pH de 1,5 y 4 benefician a aniones y a menores tamaños de partícula se obtiene mayor área superficial. Sin embargo, Moreno (2013) no solo considera estos, si no también tienen en cuenta los grupos funcionales superficiales y el tiempo de equilibrio, ya que en el tiempo de contacto asignado va estar determinado inicialmente con la migración de los iones metálicos presentes en la fase líquida a la superficie del adsorbente, seguido por un proceso de difusión para finalizar la fijación en el sitio activo. Afirmación explicada por Tejada [et al.] (2014) cuando interpreta que la velocidad de atrapamiento del adsorbato más rápida en la primera etapa, se debe a la mayor disponibilidad del área de la superficie en principio para la adsorción, que en una segunda etapa se agotan, donde la tasa de adsorción se controla por la tasa en la que el adsorbato se transporta desde el exterior a los sitios interiores de las partículas adsorbentes.

### 1.3.1.6 Materiales bioadsorbentes

Según Ghimire [et al.] (2003) las paredes celulares de los materiales bioadsorbentes contienen polisacáridos, proteínas y lípidos, y por tanto, numerosos grupos funcionales capaces de enlazar metales pesados que difieren en su afinidad y especificidad respecto a la susceptibilidad para unirse a los diferentes iones metálicos (citado por Cardona, 2012). En la cual los grupos (carboxilo, hidroxilo, amino, sulfónico, etc.) sirven como centro activos para la biosorción. Asimismo, Rivera (2002) demuestra que en la bioadsorción los metales pesados se unen a las paredes de la biomasa por fuerzas electrostática, a la que Tejeda, Villabona y Garcés (2015) asigna los principales responsables por ser polímeros de cadenas largas ramificadas o lineales a la celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina.

**Tabla N°01:** Caracterización de la cáscara de plátano

<b>PARÁMETRO</b>	<b>CÁSCARA DE PLÁTANO</b>
Carbono %	36,69
Hidrógeno %	3,98
Nitrógeno %	0,69
Azufre, ppm	0,12
Cenizas %	7,20
Pectina %	2,84
Lignina %	18,11
Celulosa %	20,90
hemicelulosa %	7,92

**Fuente:** Tejeda [et al.] (2014)

## **1.3.2 Marco conceptual**

### **1.3.2.1 Adsorción**

Para Atkins y De Paula la adsorción “es la adhesión de partículas a una superficie” (p. 909).

### **1.3.2.2 Aguas residuales**

Aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, s.f, p.6).

### **1.3.2.3 Celulosa**

“Es el componente principal de las paredes celulares de las plantas y el hidrato de carbono más ampliamente extendido” (Beyer, 1987, p. 488).

### **1.3.2.4 Cromo**

El cromo es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre, es de transición dura, de color plateado, con símbolo Cr, de número atómico 24, de peso atómico de 52. Su principal mineral es la cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ). El metal a temperaturas normales es muy resistente a la corrosión, sin embargo, reacciona con ácido sulfúrico y clorhídrico dando sales de cromo (III). El cromo también forma oxidación +6, como es el caso de los cromatos, que contienen el ion  $\text{CrO}_4^{2-}$  (Agencia para Sustancias Tóxicas y el registro de enfermedades, 2016).

### **1.3.2.5 Cromo Hexavalente**

El cromo hexavalente es un compuesto tóxico cancerígeno del metal cromo en estado de oxidación +6, llamado también cromo 6 o Cr (VI), soluble y permeable, que tras la

ingestión da lugar a intensas irritaciones gastrointestinales con náuseas, vómitos, diarreas, dolor epigástrico violento, afectan las vías respiratorias y los pulmones, provoca hemorragias gastrointestinales que en casos graves, puede crear pérdida masiva de fluidos, shock, inconsciencia y muerte. A su vez aumenta el riesgo de cáncer (Mencías y Mayero, 2000).

#### **1.3.2.6 Curtiembre**

“Es el sitio donde se lleva a cabo todos los procesos que permitan convertir la piel del animal muerto en cuero” (Pérez, 2017).

#### **1.3.2.7 Curtido de pieles**

“El curtido es el acto de convertir las pieles de los animales en cuero” (Nemerow y Dasgupta, 1998, p.428).

#### **1.3.2.8 Eficiencia**

“Es la capacidad para lograr un efecto determinado” (Diccionario de la Lengua Española).

#### **1.3.2.9 Dosis**

“[...] Es una ración o una cantidad de algo, ya sea material (físico) o inmaterial (simbólico)” (Pérez, 2017).

#### **1.3.2.10 Fibra vegetal**

Trowel ha considerado fibras a los polisacáridos vegetales y la lignina, que son resistentes a la hidrólisis por los enzimas digestivos del ser humano (Citado por Escudero, 2006, p. 62), ya que carece de encimas adecuadas para digerir respectivos hidratos de carbono complejos (La salud, 2007, p. 22).

#### **1.3.2.11 Fibra soluble**

La fibra soluble, que incluye a las pectinas, parte de las hemicelulosas, las gomas, los mucilagos y los poli y oligosacáridos forma un retículo en presencia de agua donde esta queda atrapada, generando soluciones de viscosidad variable (Gotteland, 2001, p. 1).

#### **1.3.2.12 Fibra Insoluble**

Las fibras insolubles tales como la celulosa, algunos tipos de hemicelulosas y la lignina no forman soluciones viscosas; sin embargo, actúan como “esponja”, reteniendo el agua en su matriz estructural (Gotteland, 2001, p. 1).

#### **1.3.2.13 Hemicelulosa**

“Las hemicelulosas siempre están acompañando a la celulosa, y se encuentran sobre todo en las paredes celulares. Sus componentes principales son las gomas vegetales, que constan de una mezcla de distintos polisacáridos” (Beyer, 1987, p. 489).

#### **1.3.2.14 Hartón**

Es una variedad de plátano conocida también como “bellaco”, posee pseudo-tallo verde rosado de unos 3 metros de altura y 0.24 m de diámetro de base. El promedio de su producción es de 30 frutos por racimo, de aproximadamente 30 a 40 cm de largo, con un peso de 400g por fruto (Clubensayos, 2014, ¶. 11).

#### **1.3.2.15 Isla**

Es una variedad de plátano de calidad extraordinaria con gran difusión en el Perú, tiene una producción de 8 a 10 manos y de 70 a 90 frutos, el cual es anguloso a lo largo, de tamaño mediano; pulpa rosada, y un sabor excelente y muy aromático (Clubensayos, 2014, ¶. 13).

### **1.3.2.16 Lignina**

“La lignina es un polímero resultado de la unión de varios alcoholes fenilpropílicos, que da rigidez a la pared celular haciéndola resistente a impactos y flexiones” (Escudero, 2006, p. 63). Así también se le considera como “la parte dura y fibrosa de las paredes celulares de las plantas, y el segundo mayor componente de la fibra. Las ligninas incluyen los tallos y las cáscaras” (Instituto, 2009, p. 5).

### **1.3.2.17 Límite máximo permisible de efluentes para alcantarillado**

Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o sustancias en los efluentes que se descargan al alcantarillado, que al ser excedido puede ocasionar daños a la infraestructura del sistema de alcantarillado y procesos de tratamiento de las aguas servidas, y consecuentemente afectación a los ecosistemas acuáticos y salud de las personas (DECRETO SUPREMO N° 003-2002-PRODUCE).

### **1.3.2.18 Palillo**

Variedad de plátano que tiene un tronco grueso de color verde, fruto verde y transversalmente redondo (Clubensayos, 2014, ¶. 15).

### **1.3.2.19 Pectina**

Las pectinas “son una mezcla de polímeros ácidos y neutros ramificados, [...] [que] determinan la porosidad de la pared” (Garcés y Coavas, 2012, p.33).

### **1.3.2.20 Remoción**

Término que se utiliza “[...] para hacer referencia a todo aquel acto que tenga que ver con quitar algo de su lugar” (Bembibre, 2012).

### **1.3.2.21 Residuos Orgánico**

“Son aquellos desechos que provienen de los restos de los seres vivos, como las partes de las plantas o de los animales” (Quesada, 2002, p. 10).

#### **1.3.2.22 Temperatura**

“Es un parámetro que indica si un cuerpo está más caliente que otro” (Morales, 2005, p. 41).

#### **1.3.2.23 Velocidad de agitación**

Es la rapidez o lentitud en que se forza a un líquido para que este adquiera movimiento, en un determinado tiempo.

#### **1.3.2.24 pH**

“La acidez o basicidad de una solución depende de la cantidad de iones de hidrogeno o iones – OH” (Rudiger, 1975, p.3).

#### **1.3.2.25 Prueba de jarras**

Es un “[...] ensayo que consiste en colocar agua residual en vasos de precipitado y añadir, progresivamente, diferentes cantidades de coagulante” (Jiménez, 2001, p.208).

### **1.3.3 Marco legal**

La Constitución Política del Perú, en su artículo 2 inciso 22 establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.

Así también en el D.L. N°1278 se declara la reducción de residuos como primera prioridad y además se sostiene que los residuos deben ser vistos como recursos y no como amenazas.

Finalmente en el decreto supremo 003-2002-PRODUCE se establece los LMP de efluentes para alcantarillado y para aguas superficiales de las actividades de cemento, cerveza, papel y curtiembre.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General**

- ¿Cómo es la eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano hartón para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?
- ¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano palillo para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?
- ¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano isla para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?

## **1.5 Justificación del estudio**

La problemática de la industria se basa que en su mayoría sobrepasan los límites máximos permisibles, las curtiembres y otros sectores industriales tratan de tapar su participación en la globalizada contaminación, desembocándola por la vía de mayor accesibilidad, como el drenaje, olvidando su deberes como empresa para con el medio ambiente y la sociedad, volviéndose una carga para su libre desarrollo, ya que las municipalidades pueden emitir multas, negamientos y sanciones que detengan la actividad, generando a su vez, pérdidas económicas y mal prestigio.

Es debido a ello que la investigación en curso analiza distintas variedades de cáscaras de plátano como material de desecho reutilizable con el fin de determinar su eficiencia en la remoción de cromo hexavalente de las aguas, de modo que las actividades industriales y comerciales sean lo suficientemente sostenibles.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis General

**H.1:** La eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) son diferentes para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.

**H.0:** La eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es igual para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.

### 1.6.2 Hipótesis específicas

- La eficiencia de la cáscara de plátano hartón es del 50% para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.
- La eficiencia de la cáscara de plátano palillo es del 50% para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.
- La eficiencia de la cáscara de plátano isla es del 50% para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo General

- Evaluar la eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL – 2017.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano hartón para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.
- Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano palillo para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.
- Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano isla para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptivo, con un diseño de investigación experimental de ente pre – experimental.

Kerlinger y Lee (1999) citado por Burns y Grove (2004) definen la investigación descriptiva como aquella que consiste en la exploración y descripción de los fenómenos en las situaciones de la vida real. Ofreciendo una descripción detallada de las características de ciertos individuos, situaciones o grupos.

Sempieri y Lunio (1991) citado por Toro y Darío (2006) definen la investigación experimental al acto de tomar una acción y después observar las consecuencias de esta acción, donde involucra la manipulación intencional de esta y la acepción particular para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control para el investigador.

De ello que el diseño usado en este trabajo de investigación es experimental, ya que se manipulara la variable independiente de manera intencional (las cáscaras de tres variedades de plátano), con el objetivo de ver de qué manera esta modificará la variable dependiente (remoción de cromo VI), y de tipo descriptivo por que se pretende observar y describir el comportamiento de la adsorción del cromo hexavalente por las tres variedades de cáscara de plátano, es decir, ¿Cómo es? y ¿Cómo se manifiesta determinado fenómeno?

Se dice que es de ente pre – experimental, porque solo se administro un solo tratamiento en modalidad de preprueba – posprueba, y según Malhortra (2004) menciona que este diseño de la prueba previa y la posterior a un grupo, consiste en tomar una medición previa al tratamiento, luego el grupo se expone al tratamiento y finalmente se toma una medición posterior.

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **2.2.1 Variables:**

- **Independiente:**  
Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*).
- **Variable dependiente:**  
Remoción de cromo hexavalente

**Cuadro N°01:** Operacionalización de variable Independiente

V.I	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p><b>Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)</b></p>	<p>Según el diccionario de la lengua española (2016) la eficiencia es la capacidad para lograr un efecto determinado, es así que para determinar la eficiencia de las cáscaras de las tres variedades de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) se estimó mediante los factores que intervienen en el proceso de adsorción, ya que según Moreno (2013) los factores que afectan dicho proceso son: los grupos funcionales superficiales, tamaño de partícula, el tiempo de equilibrio. Por otro lado, Rocca (2015) también menciona que, debido al tamaño granulométrico, la cantidad de dosis agregada, la velocidad y el tiempo de agitación se puede evidenciar la capacidad de las cáscaras de plátano para lograr el objeto propuesto.</p>	<p>5 kg de la cáscara de plátano hartón, 5 kg de la cáscara de plátano palillo y 5 kg de la cáscara de plátano isla fueron recolectados como material residuo generados por juguerías, restaurants y chiflerías. Las cuales fueron lavadas y expuestas al aire libre, para agilizar su secado. Posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada con la finalidad de eliminar partículas adheridas en el secado al aire libre, para luego ser colocadas en una estufa a una temperatura controlada de 70 – 90 °C (11 horas aprox.) cada variedad de cáscara separada.</p> <p>Finalizado esto se procedió a moler en un triturador manual, para luego pasarlo por el tamiz # 60 el cual da 250 µm de tamaño de partícula.</p> <p>El polímero de cáscara de plátano obtenido fue tratado con hexano en el equipo de soxhlet, con el fin de quitar las grasas y pigmentos del material adsorbente.</p>	<p><b>Variedad 1 (hartón)</b></p>	Fibra	%
				Dosis	5 gramos
				Granulometría	250 µm
				Tiempo de contacto	60 min
				Velocidad de agitación	250 rpm/min
				Rendimiento	%
			<p><b>Variedad 2 (palillo)</b></p>	Fibra	%
				Dosis	5 gramos
				Granulometría	250 µm
				Tiempo de contacto	60 min
				Velocidad de agitación	250 rpm/min
				Rendimiento	%
			<p><b>Variedad 3 (isla)</b></p>	Fibra	%
				Dosis	5 gramos
				Granulometría	250 µm
				Tiempo de contacto	60 min
				Velocidad de agitación	250 rpm/min
				Rendimiento	%

**Cuadro N°02:** Operacionalización de Variable Dependiente

V.D	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Remoción de cromo hexavalente</b>	<p>Remover es un término que se utiliza para hacer referencia a todo aquel acto que tenga ver con quitar algo de su lugar (Bembibre, 2012).</p> <p>Donde el objeto a quitar es el cromo, un compuesto tóxico cancerígeno que en estado de oxidación +6, puede crear pérdida masiva de fluidos, shock, inconsciencia y muerte.</p> <p>Su ingestión da lugar a intensas irritaciones gastrointestinales con náuseas, vómitos, diarreas, dolor epigástrico violento, afectan las vías respiratorias y los pulmones, hemorragias gastrointestinales que, en algunos casos aumenta el riesgo de cáncer (Mencías, 2000).</p>	<p>En el equipo de Floculador programable JLT6 se realizó la prueba de jarras, donde se adicionó medio litro de agua contaminada con cromo hexavalente en cada jarra (9 jarras) con concentraciones de 177 mg/L.</p> <p>Tomando en cuenta los parámetros físico-químicos del agua (T° y pH), que fueron medidos con un potenciómetro.</p> <p>Finalmente, la remoción de cromo VI fue determinada por el porcentaje de remoción de las tres variedades de cáscara de plátano, midiendo la concentración del cromo previa y posterior a la aplicación del tratamiento (por medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida)</p> <p><b>Dif. de cromo = Conc. Cr inicial. - Conc. Cr final.</b></p> <p>El porcentaje de remoción se determinó con la diferencia de cromo obtenido, el cual se calculó de la siguiente manera:</p> <p>Conc. de Cr inicial----- 100.0%</p> <p>Dif. de cromo ----- X%</p> <p><b>X = % de remoción</b></p>	<b>Parámetros físico-químicos del agua</b>	pH	1 - 14
				Temperatura	°C
			<b>Concentraciones de cromo</b>	Concentraciones iniciales	mg/L
				Concentraciones finales	mg/L

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Según Fuentelsaz. “La población o universo, es el conjunto de individuos que tienen ciertas características o propiedades que son las que se desea estudiar” (p. 55).

Por lo que la población de estudio vendría a ser el total de cáscara de plátano hartón, isla y palillo producidos por el comercio (juguerías, restaurants y chiflerías).

### **2.3.2 Muestra**

Según Hernández (2001) una muestra es una parte, más o menos grande, pero representativa de un conjunto o población, que se somete a ciertos contrastes estadísticos para inferir resultados sobre la totalidad del universo investigado (p. 127).

En lo que respecta a esta investigación, la muestra son 15 kg de cáscara, de donde 5 kg de la variedad 1 (hartón); 5 kg de la variedad 2 (palillo) y 5 kg de la variedad 3 (isla).

#### **Tipo de muestreo**

Se aplicó el muestreo no probabilístico, el por conveniencia, a la que se escogieron 15 kg de cáscara de las tres variedades de plátano, las cuales se estimaron suficientes para desarrollar el experimento.

Según Mejia (2002) la muestra por conveniencia es el procedimiento que consiste en la selección de las unidades de la muestra en forma arbitraria, las que se presentan al investigador, sin criterio alguno que lo defina. Las unidades de la muestra se autoseleccionan o se eligen de acuerdo a su fácil disponibilidad.

#### **Unidad de análisis**

- Agua contaminada con cromo hexavalente

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

### 2.4.1 Descripción del procedimiento

#### 2.4.1.1 Preparación del adsorbente

Las cáscaras de las tres variedades de plátano fueron recolectadas en un promedio de 15 kg (5 kg cada variedad), para luego ser sometidas a las etapas que se describen a continuación.

- **Selección:** Los residuos provenientes de juguerías, restaurant y chiflerías fueron seleccionados, tomando solamente el material requerido, de manera que se evite la selección de otros residuos que puedan alterar los resultados del estudio.
- **Lavado con agua potable:** Las cáscaras ya seleccionadas fueron lavadas con abundante agua potable, para quitar las impurezas.
- **Recorte.** Conforme se fueron limpiando con el agua, se cortaron en proporciones más pequeñas, proceso que a su vez facilitó el lavado.
- **Secado al aire libre:** Una vez finalizado el lavado, sobre unos cartones se colocó al aire libre las cáscaras para que vayan perdiendo su contenido de humedad. (opcional)
- **Lavado con agua destilada:** Con abundante agua destilada se volvió a lavar la cáscara de plátano, con el objetivo de quitar los polvillos o impurezas que de adhirieron en el secado del aire libre.
- **Secado:** Las cáscaras ya limpias, fueron sobrepuestas sobre papel, para que pierda el agua que contienen, luego se colocaron en la estufa a 70 - 90 °C hasta que el peso de estas fue constante (11 horas aprox.).
- **Molido:** Una vez secas las cáscaras se prosiguió a molerlas (con mortero y/o molino manual).
- **Tamizado:** Ya obtenido el polímero, se tamizo con el tamiz #60 obteniéndose una partícula de 250 µm.

#### 2.4.1.2 Caracterización de la cáscara de plátano

22 gramos del proceso anterior de cada variedad de plátano fueron colocados en bolsas ziploc, para ser enviadas al laboratorio de evaluación nutricional de alimentos de la Universidad Nacional agraria La Molina, para el respectivo análisis del porcentaje de fibra en detergente ácido, ya que, según Tejada, Villabona y Garcés (2015) los principales responsables, por ser polímeros de cadenas largas ramificadas o lineales son: la celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina. Y la determinación del análisis de fibra detergente ácido (FDA) da como resultado el porcentaje de lignina, celulosa y hemicelulosa, dándole específicamente prioridad a la cantidad de lignina.

#### 2.4.1.3 Extracción de grasas y pigmentos

Del polímero de cáscara de plátano de cada variedad obtenida se prosiguió a eliminar la pigmentación presente en las tres variedades de cáscara de plátano, para disminuir la pigmentación (amarilla) del agua y la grasa presente, con el fin de mejorar el proceso de adsorción.

##### **Procedimiento:**

Se elaboró con el papel filtro un paquete de 1 g de polímero de cáscara de plátano de manera segura. Después de determinó el peso del balón vacío, en el que se depositó la grasa. Por la parte superior del equipo soxhlet se vertió hexano hasta que por diferencia baje a través del cuello del soxhlet al balón, luego se añadió hexano hasta cubrir el paquete. Después de cuatro horas de extracción se recuperó el solvente a medida que se condensó, para posteriormente llevar el balón a la estufa y evaporar todo el hexano restante, para obtener el peso del balón final.

El cálculo del % de grasas se determinó de la siguiente manera:

$$\% \text{grasa} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} * 100$$

**De donde:**  $m^2$  = peso del balón final;  $m^1$  = peso del balón inicial;  $m$  = cantidad de polímero de cáscara de plátano.

#### 2.4.1.4 Evaluación de la capacidad de adsorción de la cáscara de plátano para la remoción del cromo

Para la evaluación de la capacidad de adsorción de las tres variedades de cáscara de plátano, se elaboró un agua sintética con 117 mg/L de cromo hexavalente, concentraciones similares a las aguas industriales de una curtiembre inicialmente analizada, para que a partir de esto se realice los ensayos de adsorción.

El análisis de agua se llevó a cabo por el método descrito por Rodier (1998), que se basa en hacer reaccionar el cromo hexavalente con la difenilcarbazida para dar una coloración rojo-violeta susceptible de una determinación colorimétrica. Para la cual de inicio con la siguiente preparación:

- Solución ácida de difenilcarbazida:  
Difenilcarbazida químicamente pura..... 0.004 g  
Alcohol etílico de 95 ° a enrasarse..... 20 ml  
Solución de ácido sulfúrico 1/10..... 80 ml
- Solución madre patrón de cromo 0,1 g/L:  
Cromato potásico.....0,374 g  
Agua destilada hasta enrasarse ..... 1000 ml
- Solución hija patrón de cromo de 0,001 g/L:  
Solución madre patrón.....10 ml  
Agua destilada hasta enrasarse ..... 1000 ml

#### Preparación de la curva de calibración:

En una serie de matraces aforados de 50 ml de tapón esmerilado, numerados, se introdujo sucesivamente y agitando después de cada adición.

**Cuadro N°03:** Preparación de la curva de calibración

<b>Numero de matraces</b>	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
Solución patrón de cromo de 1 mg/L (ml)	0	1	2	4	8	16
Agua destilada (ml)	50	49,98	49,96	49,92	49,84	49,68
Correspondencia en mg/l de Cr+6	0	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32
Solución acida de difenilcarbazida (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Se dejó en reposo durante 10 min para permitir un desarrollo completo de la coloración rojo-violeta. Para posteriormente efectuar las lecturas en el espectrómetro a longitud de onda de 540 nm.

#### **Procedimiento:**

En una serie de matraces aforados provistos de tapón esmerilado, se introdujo 50 ml de agua a analizar y 2,5 ml de la solución ácida de difenilcarbazida. Se agitó y dejó en reposo 10 minutos. Luego se preparó un testigo en las mismas condiciones con agua destilada. Para posteriormente efectuar las lecturas en el espectrofotómetro a la longitud de onda de 540 nm teniendo en cuenta el valor leído para el testigo.

#### **Expresión de los resultados**

Los resultados se expresaron a partir de la curva de calibración, donde con las absorbancias y las concentraciones elaboradas se elaboró una gráfica, en la que se calculó el valor de “a” que es la altura a la que la recta corta al eje y, el valor “b” que es la inclinación de la recta denominada pendiente y finalmente el coeficiente de determinación, el cual debe ser siempre 0.99 para que menor sea el porcentaje de error. Y con los valores se remplazan en la ecuación  $X = \frac{Y-a}{b}$ , donde “y” será el valor de la absorbancia de la muestra y el valor de “x” será la concentración de cromo hexavalente que finalmente será multiplicado por el factor de dilución. Expresando así el resultado final en miligramos de cromo por litro de agua.

### 2.4.1.5 Preparación del agua residual sintética

Las soluciones del agua sintética se prepararon a partir de cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) de la cual se determinó la cantidad necesaria para obtener una concentración de 117 mg/L de Cr+6 a través del siguiente cálculo.

#### Datos:

Peso molecular del compuesto ( $K_2CrO_4$ ): ----- 194.1896 g/mol

Peso molecular del Cr: ----- 51, 9961 g/mol

#### Desarrollo

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de } K_2CrO_4 & & 1 \text{ mol Cr} \\ 194, 1896 K_2CrO_4 & \longrightarrow & 51,9961 Cr \\ X & K_2CrO_4 & \longrightarrow & 0.117 Cr \\ X = \frac{0,117g \text{ de Cr} \times 194,1896g \text{ de } K_2CrO_4}{51,9961 Cr} \end{array}$$

$$X = 0,4369 \text{ g de } K_2CrO_4$$

Se calculó que para obtener una concentración de 117 mg/L de cromo hexavalente se requiere 0.4369 gramos de  $K_2CrO_4$ . Sin embargo, cabe mencionar que la pureza del cromato de potasio se encuentra al 99.5 lo cual afectaría nuestros resultados, por lo que se hizo el siguiente cálculo:

$$0,4369 \text{ g de } K_2CrO_4 \frac{100 \text{ g producto}}{99,5 \text{ g de } K_2CrO_4} = 0,4390 \text{ producto}$$

#### Comprobación:

$$\begin{aligned} \frac{0,4390 \text{ g de } K_2CrO_4}{1 L} \times \frac{51,9961 \text{ g de Cromo}}{194,1896 K_2CrO_4} \\ = 0,117 \text{ g de } \frac{\text{cromo}}{L} = 117 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Por lo tanto, para obtener una concentración de 117 mg/L de cromo se pesó 0,4390 gramos de cromato de potasio, y si lo necesario fueron 5 litros, se realizó el siguiente cálculo:  $0,4390 \times 5$ ; obteniendo un total de 2,195 gramos de cromato de potasio, lo

cual para la respectiva comprobación se analizó por medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida.

#### **2.4.1.6 Modificación del pH**

Una vez elaborada la solución sintética de cromo, se le midió el pH, de modo que según el pH indicado se fue modificando con HCL y NaOH para la obtención de un pH 3, valor tomado de la afirmación de Torres (2012) cuando afirma que una baja en el pH induce una fuerte atracción de los iones de cromo hexavalente por la protonación de la superficie del material adsorbente que se produce.

#### **2.4.1.7 Tratamientos**

Se estableció tres tratamientos con las tres variedades de cáscara de plátano con el empleo del equipo Floculador programable JLT6 y es como se sigue:

- **Tratamiento 1 (T1):**

Cáscara de plátano de la variedad de hartón.

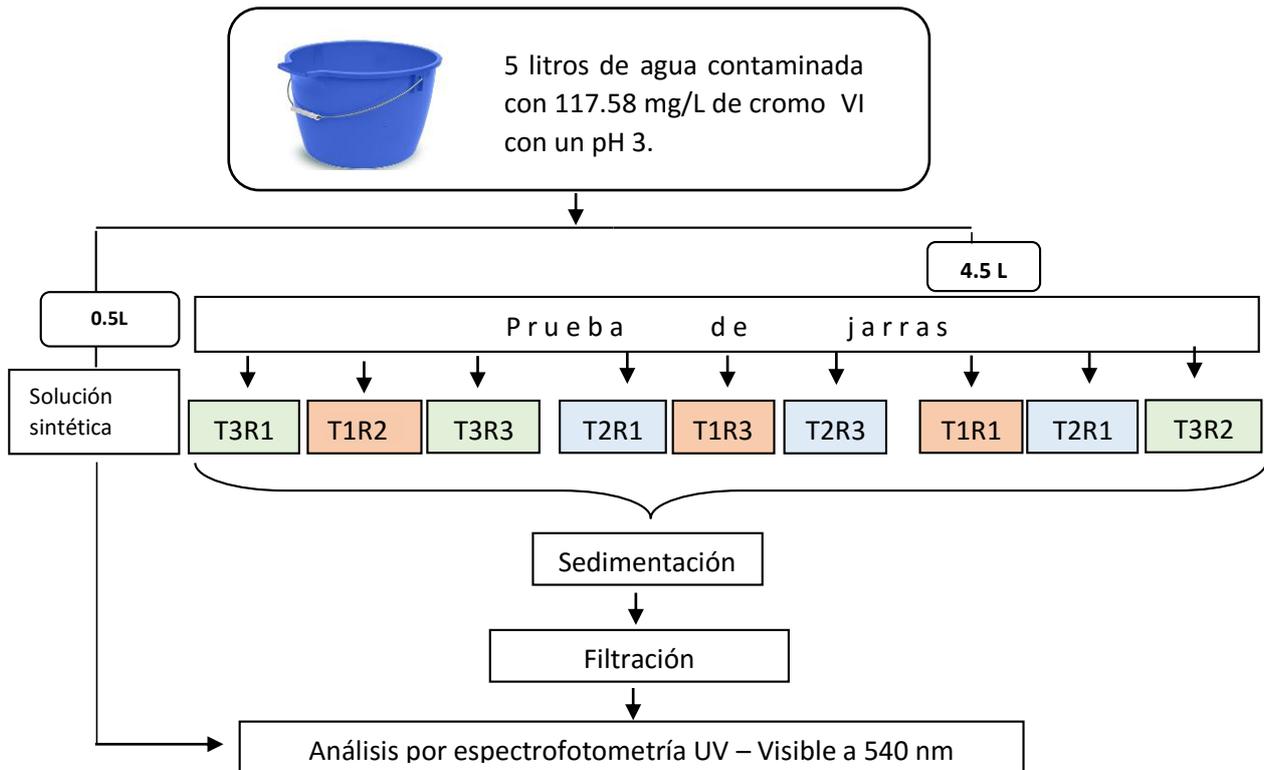
- **Tratamiento 2 (T2):**

Cáscara de plátano de la variedad de palillo.

- **Tratamiento 3 (T3):**

Cáscara de plátano de la variedad de isla.

Todos los tratamientos tuvieron la dosis de 5 gramos con tamaño de partícula de 250 µm en medio litro de agua sintética elaborada con pH 3, llevándolo a una agitación de 250 rpm por un periodo de agitación de 60 min. Cada uno de ellos con tres repeticiones.



**Figura N° 01:** Esquema de los tratamientos

Los tres tratamientos con sus respectivas repeticiones fueron elegidas al azar para disponerlas al equipo Floculador programable JLT6, de modo que los 9 experimentos tuvieron las mismas probabilidades de ser elegidas.

#### 2.4.2 Técnica de recolección de datos

Para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo hexavalente por medio de las cáscaras de las tres variedades plátano (*Musa paradisiaca*), se utilizó la técnica observacional.

#### 2.4.3 Instrumento de recolección de datos

Los datos fueron registrados mediante una ficha de recolección de datos considerando las variables: Las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) y la remoción de cromo hexavalente.

## 2.4.4 Validez y confiabilidad del Instrumento

### 2.4.4.1 Validez

Para cumplir con los requisitos de validación del instrumento de la investigación en curso, se trabajó con cinco expertos de investigación, a quienes se les solicitó que evalúen y emitan su opinión acerca del contenido de recolección de datos de susodicha investigación. Los instrumentos fueron valorados por los especialistas nombrados en el cuadro N° 04.

**Cuadro N° 04:** Valoración de expertos

Criterios EXPERTOS	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
Dr. Cuellar Bautista Jose Eloy					90%
Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales					90%
Msc. Cesar Mescua Figueroa					80 %
Dr. Raúl Delgado Arenas					80%
Mg. Sabino Muñoz Ledesma					80 %
<b>PROMEDIO DE VALIDACION JUICIO DE EXERTOS</b>				<b>TOTAL</b>	<b>85%</b>

### 2.4.4.2 Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, ya que según Molina (2008) este coeficiente analiza la consistencia interna de la escala como una dimensión de fiabilidad mediante el cálculo de la correlación, cuyo valor oscila entre el 0 y 1, de la cual cuando el valor sea mayor el alfa significara una mayor correlación.

**Tabla N°02:** Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,798	04

Fuente: Spss

De la tabla N°02 se observa que el valor del alfa de cronbach de la presente investigación es 0,7, la cual es aceptable y suficiente para garantizar la fiabilidad de la escala.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

### **2.5.1 Recojo de datos**

El recojo de datos para el presente trabajo de investigación se inició por:

#### **2.5.1.1 Cantidad de cáscara recolectada**

Las distintas cantidades de cáscara de plátano de las tres variedades recolectadas de juguerías, restaurants y chiflerías fueron registradas en la ficha de observación respectiva, en la que se consideró el rubro comercial y los kilos recogidos, para tener la masa del material utilizado.

#### **2.5.1.2 Determinación del rendimiento de la cáscara recolectada**

Las cantidades de cáscaras, luego de pasar el proceso para la obtención del adsorbente (ver el punto 2.4.1.1) fueron pesadas para tener una aproximación de cuanto material adsorbente se puede obtener a partir de la cantidad de cáscara de plátano recolectada.

#### **2.5.1.3 Preparación del agua sintética**

El agua residual producto de la actividad de la industria de curtiembre de analizo por medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida, con la finalidad de tener un promedio de descarga de agua con cromo, para estimarlas a partir de  $K_2CrO_4$ , a la cual para su respectiva comprobación se le realizó un análisis, cuya concentración resultante fue considerada como la concentración inicial de cromo hexavalente.

#### **2.5.1.4 Realización de los tratamientos**

Una vez obtenido los 5 litros requeridos para la realización de los tratamientos, se prosiguió a ponerlos en ejecución, para finalmente analizar el cromo final en cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

### 2.5.2 Proceso de análisis de datos

El diseño experimental empleado en el ensayo fue correspondiente a un diseño completo al azar haciendo en 3 tratamientos; tres (3) repeticiones y un vaso con 1/2 litro de agua contaminada como unidad experimental, obteniendo en total 9 unidades experimentales.

**El modelo aditivo lineal es:**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Es la respuesta

$\mu$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto del tratamiento

$E_{ij}$  = Es el error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ij}$

Los datos recolectados en los diferentes instrumentos, fueron evaluados y procesados empleando el software estadístico Minitab, para el Análisis de varianza (ANOVA), y la comparación de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

### 2.6 Aspectos Éticos

La determinación de la eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano en la remoción de cromo hexavalente es significativamente relevante para las Ciencias de la salud, ya que hoy en día la presencia de los metales pesados son alarma mundial, por sus propias características tóxicas y dañinas a la salud. La variedad de industrias emplea en sus procesos un sinnúmero de variedad de metales, donde los que tienen mayor importancia son los pesados, dado a que se bioacumulan con facilidad, de modo que la contaminación va extendiendo sus horizontes de contagio. Es por ello que el desarrollo de tratamientos poco costosos y eficientes con un material de desecho reutilizable resultan ser buena alternativa para la humanidad, ya que permitirá mantener una conducta idónea y responsable no solo con el sector ambiental, sino también para los sectores sociales y económicos.

### III. RESULTADOS

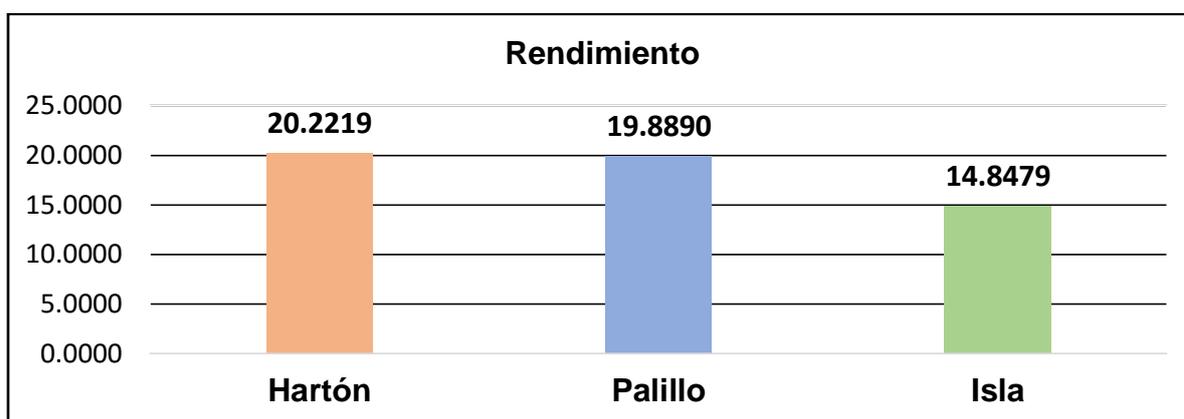
#### 3.1 Resultados de la elaboración del adsorbente

##### 3.1.1 Rendimiento de las tres variedades de cáscara de plátano:

Del total de cáscaras recolectadas de juguerías, restaurants y chiflerías, se calculó cuanto polímero requerido para el tratamiento se obtiene a partir de la cáscara dispuesta como material de desecho.

**Cuadro N°05:** Rendimiento de polímeros de las cáscaras de plátano

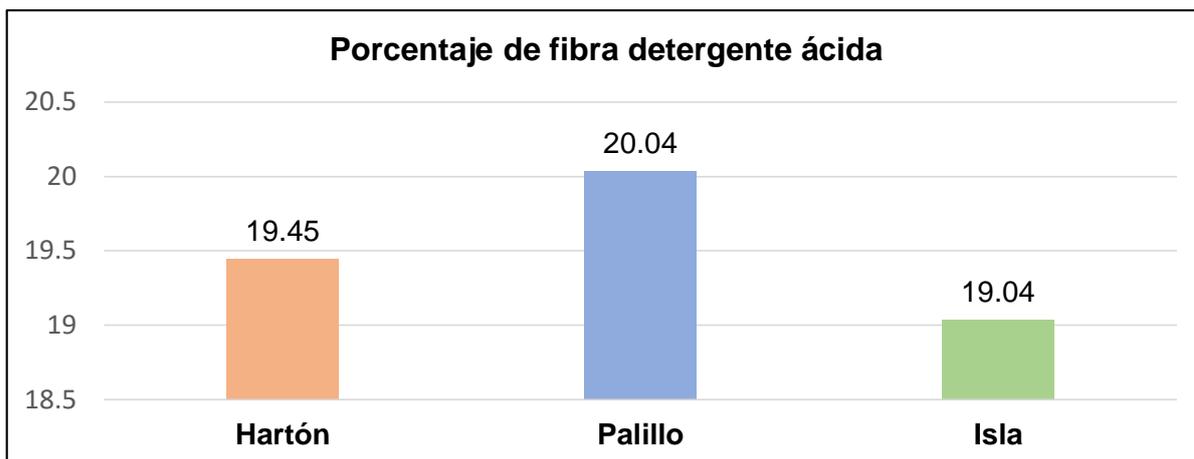
Variedades de cáscara de plátano	Peso de la cáscara recolectada (kg)	Peso de la cáscara seca (kg)	Peso de la cáscara tamizada (kg)	Rendimiento
				$\frac{\text{Peso de la cás. tam}}{\text{Peso de la cás. recol}} \times 100$
Hartón	5,0287	1,0285	1,0169	20,2219 %
Palillo	5,0123	1,0017	0,9969	19,8890 %
Isla	5,0182	0,7652	0,7451	14,8479 %



**Gráfico N°01:** Rendimiento de las tres variedades de cáscara de plátano.

De 5 kg de cada variedad de cáscara recolectada, se observa que la cáscara de plátano de la variedad de hartón tiene un rendimiento del 20,2 %, la cáscara de plátano de la variedad de palillo tiene un rendimiento del 19,9 % y la cáscara de plátano de la variedad de isla tiene un rendimiento del 14,8 %.

### 3.1.2 Caracterización de las tres variedades de cáscara de plátano



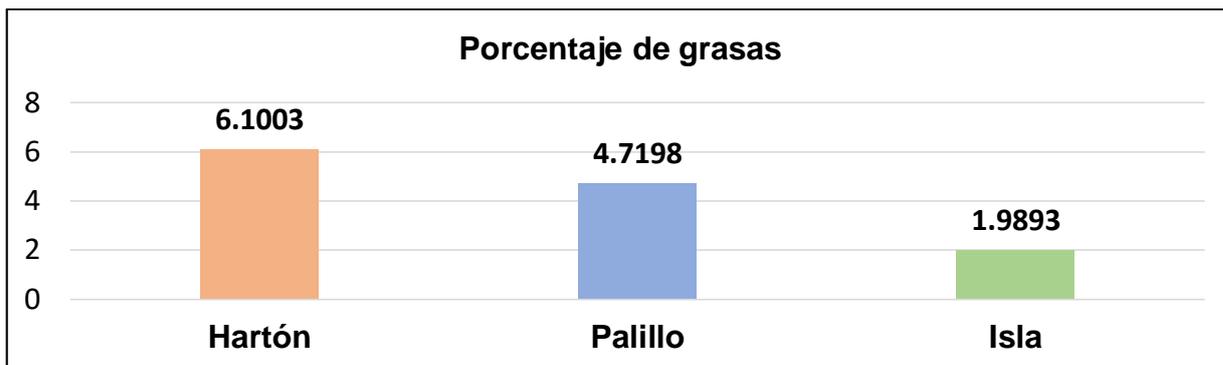
**Gráfico N°02:** Análisis del porcentaje de fibra detergente ácida de las tres variedades de cáscara de plátano

En el gráfico N°02 se evidencia que las variedades de cáscara de plátano tienen un alto contenido de fibra en detergente ácido (análisis que da mayor prioridad a la cantidad de lignina). El contenido de fibra de la cáscara de la variedad de plátano palillo es del 20,04 %, de la cáscara de la variedad de plátano hartón es del 19,45 % y de la cáscara de plátano isla es del 19, 04%, cuyas diferencias no son altamente significativas, por lo que se puede decir que las tres variedades de cáscara de plátano tienen igual contenido de fibra.

### 3.1.3 Porcentaje de grasa de las tres variedades de cáscara de plátano

**Cuadro N°06:** Cálculo del porcentaje de grasa de la cáscara de las tres variedades de plátano

Variedades de plátano	Peso de balón final (g)	Peso del balón inicial (g)	Peso del polímero de cáscara de plátano (g)	% Grasa
				$\frac{P_{final} - P_{inicial}}{\text{Peso del polímero}} * 100$
Hartón	184,0243	183,9629	1,0065	6,1003
Palillo	183,8267	183,7792	1,0064	4,7198
Isla	183,6778	183,6578	1,0054	1,9893



**Gráfico N° 03:** Porcentaje de grasas de las tres variedades de cáscara de plátano

En el gráfico N°03 se observa que, de las tres variedades de cáscara de plátano, la que mayor cantidad de grasa tiene es la cáscara de plátano hartón, con un 6,10 %, seguida de la cáscara de plátano palillo con un 4,72 % y finalmente la cáscara de plátano isla con un porcentaje inferior a las dos cáscaras (1,99 %).

### 3.2 Resultados del análisis de agua con cromo hexavalente

#### 3.2.1 Análisis del agua sintética elaborada con cromo

El agua a partir del  $K_2CrO_4$  arrojó las siguientes concentraciones:

**Cuadro N°07:** Resultados obtenidos la solución sintética de cromo

N° de muestras de la solución sintética de cromo	Absorbancia	Concentraciones de cromo	Concentración de cromo multiplicado por la dilución
1	0,069	0,094	117,5
2	0,070	0,095	118,75
3	0,069	0,094	117,5
<b>Promedio</b>	<b>0,069</b>	<b>0,943</b>	<b>117,583</b>

En el cuadro N°07 se observa que el agua contaminada con cromato de potasio tiene 117,583 mg/L de cromo, y el objetivo era de 117 mg/L, por lo que se considera aceptable la diferencia, ya que se encuentra en rangos muy cercanos.

### 3.2.2 Análisis de pH y la T° del agua sintética elaborada

El agua sintética elaborada tuvo un pH neutro (7,16), por ello que este fue modificado con la adición de gotas de HCL a 0.1 N hasta que se obtuvo un pH 3. El cual fue considerado como nuestro inicial. Asimismo, se consideró la T° ambiente en un valor de 20 °C.

**Cuadro N°08:** Resultados obtenidos de la solución sintética de cromo

Muestras	PH	T°
Agua sintética inicial	7,16	20°C
Agua sintética modificada con HCL	3,14	

### 3.3 Resultados de los tratamientos

#### 3.3.1 Adsorción de cromo hexavalente por las tres variedades de cáscara de plátano

Las concentraciones de cromo hexavalente final presente en cada una de las muestras se analizaron por medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida.

**Cuadro N°09:** Concentraciones finales de cromo hexavalente en el agua

N° de tratamientos		Concentración de cromo hexavalente previo al tratamiento (mg/L)	Concentración de cromo hexavalente posterior al tratamiento (mg/L)
T1 Hartón	T1R1	117,583	46,250
	T1R2	117,583	46,250
	T1R3	117,583	42,500
	Promedio	117,583	45,000
T2 Palillo	T2R1	117,583	55,000
	T2R2	117,583	57,500
	T2R3	117,583	48,750
	Promedio	117,583	53,750
T3 Isla	T3R1	117,583	61,250
	T3R2	117,583	57,500
	T3R3	117,583	57,500
	Promedio	117,583	58,750

En el cuadro N°09 se observa que efectivamente hay disminución de las concentraciones de cromo hexavalente en los tratamientos con las tres variedades de cáscara de plátano utilizadas. El tratamiento con la cáscara de plátano hartón (T1) obtuvo una concentración final de 45 mg/L de cromo VI, el tratamiento con la cáscara de plátano palillo (T2) obtuvo una concentración final de 54 mg/L de cromo VI y finalmente el tratamiento con la cáscara de plátano isla (T3) obtuvo una concentración final de 59 mg/L de cromo VI.

### 3.3.2 Porcentaje de remoción de cromo hexavalente por las tres variedades de cáscara de plátano

La remoción de cromo fue determinada midiendo la concentración de cromo VI previa a la aplicación del tratamiento y posterior al tratamiento, por medio de la siguiente ecuación:

$$Dif. de Cromo = Conc. Cr inicial. - Conc. Cr final.$$

Para finalmente con la diferencia de cromo obtenida, determinar el porcentaje de retención, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$Conc. de Cr inicial \dots\dots\dots 100.0\%$$

$$Dif. de Cromo \dots\dots\dots X \%$$

$$X = \% de remoción$$

**Cuadro N°10:** Resultados del porcentaje de remoción de cromo VI

N° de tratamientos		Concentraciones de cromo VI		Diferencia de cromo inicial y final	% de remoción
		Concentración Inicial (mg/L)	Concentración final(mg/L)		$\frac{dif. cromo}{Cr. inicial} \times 100$
T1 Hartón	T1R1	117,583	46,250	71,333	60,6660827
	T1R2	117,583	46,250	71,333	60,6660827
	T1R3	117,583	42,500	75,083	63,8553192
	Promedio	117,583	45,000	72,583	61,729

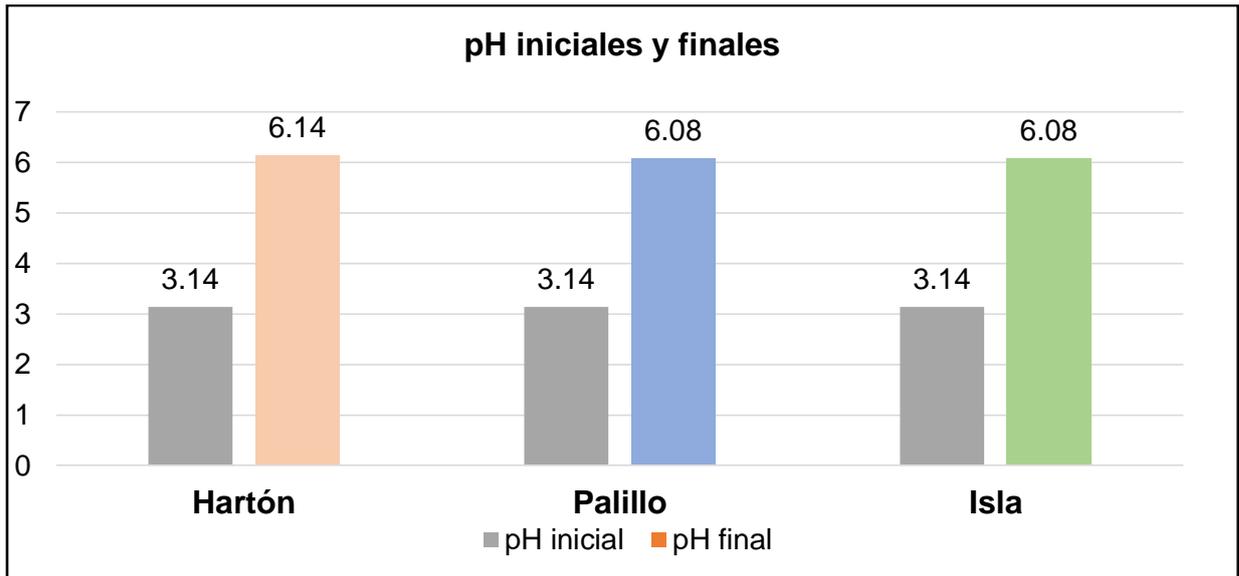
T2 Palillo	T2R1	117,583	55,000	62,583	53,2245308
	T2R2	117,583	57,500	60,083	51,0983731
	T2R3	117,583	48,750	68,833	58,539925
	Promedio	117,583	53,750	63,833	54,288
T3 Isla	T3R1	117,583	61,250	56,333	47,9091365
	T3R2	117,583	57,500	60,083	51,0983731
	T3R3	117,583	57,500	60,083	51,0983731
	Promedio	117,583	58,750	58,833	50,035

En el cuadro N°10 se observa que el tratamiento 1 (con la cáscara de plátano hartón) tiene un porcentaje de remoción del 61,729%, la cual es 7.441% más que el tratamiento 2 (con la cáscara de plátano palillo) y 11.694% más que el tratamiento 3 (con la cáscara de plátano isla).

### 3.3.3 Análisis de pH y temperatura finales

**Cuadro N°11:** pH y temperatura (iniciales – finales)

Tratamientos	Repeticiones	pH		Temperatura °C	
		Inicial	Final	Inicial	Final
T1	T1R1	3,14	6,14	20	20
	T1R2	3,14	6,14	20	20
	T1R3	3,14	6,14	20	20
	Promedio	3,14	6,14	20	20
T2	T2R1	3,14	6,09	20	20
	T2R2	3,14	6,08	20	20
	T2R3	3,14	6,08	20	20
	Promedio	3,14	6,08	20	20
T3	T3R1	3,14	6,09	20	20
	T3R2	3,14	6,08	20	20
	T3R3	3,14	6,08	20	20
	Promedio	3,14	6,08	20	20

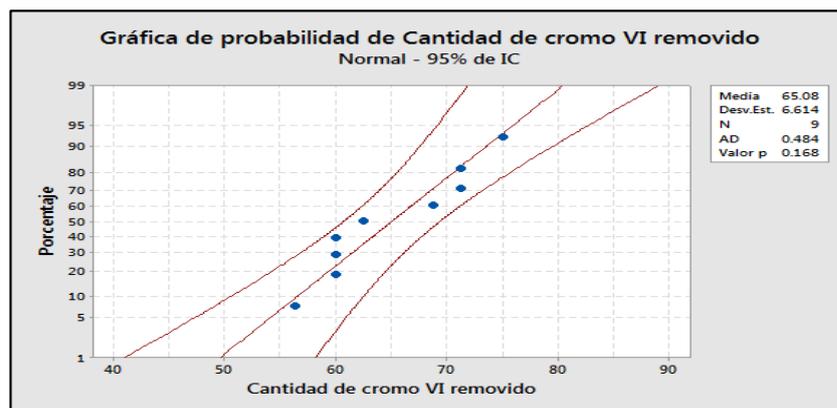


**Gráfico N°04:** Potencial de Hidrogeno previo y posterior a la aplicación de los tratamientos.

El medio en el cual se llevó a cabo el proceso de adsorción fue en un medio moderadamente ácido (pH 3) y una temperatura de 20 °C, sin embargo finalizado los tratamientos se realizó la misma medición, encontrando valores muy distintos a los iniciales, en los que se puede observar en el gráfico N°04 que los pH han variado de uno moderadamente ácido a uno ligeramente ácido, por lo que se puede decir que las tres variedades de cáscara de plátano liberan OH, siendo la cáscara del plátano hartón con más OH liberados.

### 3.4 Resultados del análisis de datos

#### 3.4.1 Prueba de normalidad



**Gráfico N°05:** Gráfico de dispersión

En el gráfico N°05 se muestra la distribución de los datos de las concentraciones finales de cromo VI, en la que el valor p es mayor a 0,001 llevándonos a deducir que los datos tienen una distribución normal, por lo que para mayor precisión de las estadísticas se prosiguió a utilizar el análisis de varianza (ANOVA).

### 3.4.2 Análisis de varianza

Para corroborar los resultados obtenidos del porcentaje de remoción y confirmar que al utilizar diferentes variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) existe diferencia, se utilizó la distribución ANOVA. La cual es una herramienta estadística que sirve para la comparación de diversos conjuntos de resultados.

**Cuadro N°12:** Datos para el análisis de varianza ANOVA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	CANTIDAD DE CROMO VI REMOVIDAS	PROMEDIO
T1 (Hartón)	1	71,333	72,58
	2	71,333	
	3	75,083	
T2 (Palillo)	1	62,583	63,83
	2	60,083	
	3	68,833	
T3 (Isla)	1	56,333	58,83
	2	60,083	
	3	60,083	

Para comprobar si al utilizar diferentes variedades de polímero de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) hay una variación en la retención de cromo hexavalente, se establecieron dos hipótesis: Hipótesis Nula (H0) e Hipótesis Alternativa (H1)

**En donde:**

**H.1:** Por lo menos la eficiencia de una de las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es diferente para la remoción de cromo hexavalente.

**H.O:** La eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es igual para la remoción de cromo hexavalente.

**Tabla N°03:** Aplicación de criterios ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2	290.625	145.3125	14.6842105	0.0048821	5.14325285
Dentro de los grupos	6	59.375	9.89583333			
Total	8	350				

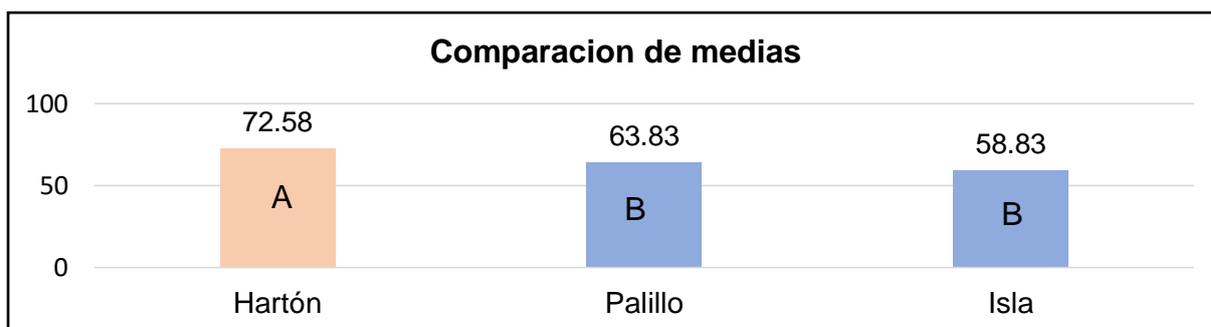
De la tabla N°03 se observa que el valor p es menor que el nivel de significancia, lo que significa el rechazo de la hipótesis nula, concluyendo que la eficiencia de al menos una de las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es diferente para la remoción de cromo hexavalente.

### COMPARACIÓN DE MEDIAS: PRUEBA DE CONTRASTE TUKEY

Según Moncada (2005) la prueba de Tukey determinar diferencias estadísticas significativas entre grupos.

**Tabla N°04:** Prueba de contraste tukey

CI	N	Media	Agrupación
1 (Hartón)	3	72.58	A
2 (Palillo)	3	63.83	B
3 (Isla)	3	58.83	B



**Gráfico N°06:** Comparación de medias por el método de Tukey.

Al someter al análisis de varianza a las tres variedades de cáscara de plátano resultaron significativas y al someter a la prueba de contraste de Tukey se encontró que efectivamente hay diferencias significativas y que el tratamiento 1 es el mejor, lo que significa que a mayor remoción de cromo hexavalente mejor es el tratamiento, lo cual se evidencia con la cáscara de la variedad de plátano hartón (T1).

#### **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Con la presente investigación, usando el equipo de jarras con 0,5 L de agua con 117,5 mg/L de cromo VI, tratadas con 5 gramos de los adsorbentes de las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en un medio moderadamente ácido (pH 3), una temperatura de 20 °C, por un tiempo de 60 minutos y una velocidad de agitación de (250 rpm/min), se obtuvo remociones de 62 %; 54 % y 50 %, de los cuales el polímero de la cáscara de plátano hartón resultó 8% más eficiente que el polímero de la cáscara de plátano palillo y 12% más que el polímero de la cáscara de plátano isla.

La capacidad de remoción según Alvarado y Gómez (2013) se le atribuye a la lignina como la principales responsable, más en el presente trabajo no se evidencia esta aseveración, porque los valores determinados en el análisis de fibra arrojo valores de 19,45 % de lignina para la cáscara de plátano hartón, 20,04 % de lignina para la cáscara de plátano palillo y 19,04 % de lignina para la cáscara de plátano isla, no obstante las concentraciones removidas no fueron paralelas o en proporción a la cantidad removida del metal, de ello que se puede afirmar que aparte de la lignina, las cáscaras poseen otros componentes que juegan también un papel en la remoción de iones de cromo hexavalente; a la que tomamos a Tejada, Villabona y Garcés (2015) quiénes afirman que las paredes celulares poseen largas cadenas ramificadas de celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina, así también consideramos estudios realizados en la Universidad Federal de Sao Carlos, Brasil (2011) quienes mencionan que la capacidad de la cáscara de plátano actúan los grupos hidroxilos y carboxilos de la pectina; de lo que se puede aseverar que, pese a que las tres variedades poseen similares cantidades de lignina, remueven distintas cantidades de iones metálicos, porque esta presenta más componentes en su pared celular como las pectinas, las cuales también intervienen en la captación de metales.

Referente a la descripción de la manera en la que se lleva a cabo el proceso de adsorción por los polímeros de las tres variedades de cáscaras de plátano, se toma a Gotteland (2001) quien define las fibras insolubles (celulosa, parte de hemicelulosa y lignina) como esponjas que actúan reteniendo el agua en su matriz estructural, a la que sumamos la aseveración de Tejeda [et. al] (2014) cuando afirma que al realizar el proceso de adsorción la cáscara de plátano muestra un estiramiento del enlace O-H de los componentes poliméricos de la celulosa, pectina, hemicelulosa y lignina, de la misma manera que Ghimire [et. al] (2003) citado por Cardona (2012) ratifica que los materiales adsorbentes enlazan metales pesados que difieren en su afinidad y susceptibilidad, por lo que se puede decir, que los polímeros de las tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) actúan como esponjas, reteniendo el agua recargada con los iones metálicos de cromo hexavalente en su matriz, en la cual los iones presentes en la fase líquida comienzan a migrar a la superficie del adsorbente seguido de un proceso de difusión por fuerzas electrostáticas a los sitios activos para su fijación.

Por otro lado, de los resultados del medio en la que se llevó a cabo el proceso de adsorción, fue tomado en cuenta específicamente el parámetro de pH, ya que según Torres [et. al] (2012) una baja en el pH induce una fuerte atracción de los iones de cromo hexavalente por la protonación de la superficie, de la misma manera que Tejeda, Villabona y Garcés (2015) asignan al pH óptimo para aniones a pH de 1,5 y 4, de ello que en la presente investigación se optó y a la vez se trabajó con pH 3. De lo que se puede aseverar que a pH 3 las cáscaras que ya de por si tienen carga positiva (Universidad Federal de Sao Carlos - Brasil, 2011) aumentan su carga por la protonación que se genera, induciendo fuerte atracción por los iones cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) (aniones) y es de ello que se genera mayor atracción.

Asimismo la temperatura fue considerada ya que debido a la data obtenida a 20 °C y a las condiciones ambientales desarrolladas, no van a ser las mismas si dicho proceso es desarrollado en otra localidad y a diferente condición ambiental, ya que según Torres [et. al] (2012) a 60 °C se remueve 200 y 1000 ppm de cromo en 40 minutos mientras que a 28 °C se remueve 50 ppm en 60 minutos, mientras que en la investigación desarrollada, se logró remover 72,5 ppm (con la cáscara de plátano

hartón), 63,8 ppm (con cáscara de plátano palillo) y 58,8 ppm (con cáscara de plátano isla) a una temperatura de 20 °C en 60 minutos.

En cuanto a la remoción de cromo hexavalente utilizando 5 g/0,5L se obtiene una remoción del 62 % (polímero de la cáscara de plátano hartón), 54 % (polímero de la cáscara de plátano palillo) y 50% (polímero de la cáscara de plátano isla) de una concentración inicial de 117.58 mg/L de cromo hexavalente, comparado con Castro (2015), quien utilizó 10 gramos de cáscara de plátano *musa paradisiaca* para un litro de 50 ppm de cromo, con un tipo de granulometría de 250 micras, en un tiempo de 48 horas, obteniendo una eficiencia de 51,2 % para el cromo (VI), por lo que se puede deducir que el tiempo y las condiciones iniciales son fundamental para el proceso, ya que en la presente investigación solo se le asignó una hora, a diferencia de 48 horas, y se obtuvo el mismo porcentaje de remoción, inclusive con una diferencia de cromo inicial de 50 ppm a 117 ppm utilizados(en nuestro caso).

Así también, Díaz [et.al] (2016), afirmó que la cáscara de isla canaria, en un periodo de 30 min, a 120 rpm muestra una eliminación de iones de cromo rápida al principio, con una absorción de Cr (VI) de 77,3% en un minuto para 20 mg/L de cromo y 55,3% para 50 mg /L, lo que efectivamente se reafirma en el trabajo, ya que para 117 mg/L de cromo en una hora se obtiene una eficiencia del 50 %, deduciendo que mientras mayor es el aumento de la concentraciones de iones metálicos en el agua, menor es la efectividad de la cáscara de plátano isla. También Torres [et. al] (2012) obtuvo que 5 g de polímero de cáscara de plátano (*Musa Cavendishii*) en un tiempo de 25 minutos remueve el 100 % de los iones de cromo hexavalente (50 ppm), lo que se vuelve a corroborar en la investigación en curso ya que las tres variedades de cáscara de plátano alcanzaron remover 72,5 ppm; 63,8 ppm y 58,8 ppm de iones de cromo hexavalente.

## V. CONCLUSIONES

- Se evaluó que la eficiencia de las tres variedades de las cáscaras de plátano, están ligadas específicamente a los grupos y componentes presentes en su pared celular, puesto a que va depender mucho de esta la efectividad, ya que se comprobó que la lignina no es la única responsable de la capacidad para extraer iones de cromo del agua, del mismo modo que se comprobó que las características del medio (pH y T°) son fundamentales para mejorar el proceso de remoción y la relación sólido/líquido.
- Se determinó que la eficiencia del polímero de la cáscara de plátano hartón tiene una eficiencia mayor que los polímeros de la cáscara de plátano palillo e isla en el tratamiento de aguas contaminadas con cromo hexavalente, con un promedio de remoción del 62 %.
- Se determinó que la eficiencia de la cáscara de plátano palillo, por igual porcentaje de fibra en detergente ácido que las demás variedades de cáscaras, presenta menor eficiencia que la cáscara de hartón (8% menos), con una remoción del 54 %, de la cual se deduce que existe otros componentes aparte de la lignina que juegan un papel importante en la retención de los iones de cromo VI.
- Se determinó que la eficiencia de la cáscara de la variedad de plátano isla, muestra una remoción de 50 %, siendo 12 % menos eficiente que la cáscara de plátano hartón y 4% menos eficiente que la cáscara de plátano palillo.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de % de pectinas, así también de los grupos funcionales presentes en el adsorbente para determinar con exactitud los grupos que intervienen en la adsorción.
- Se sugiere variar dosis del polímero, para que la remoción de concentraciones mayores de 1000 ppm del metal sea adsorbida, dado que las concentraciones a escala industrial en su mayoría sobrepasan los 1000 ppm.
- Se sugiere agregar cada cierto tiempo gotas de HCL para mantener el pH siempre ácido, ya que al incrementarse los OH se impide la adsorción del metal.
- Se sugiere aplicar el trabajo a nivel industrial y probar si efectivamente los residuos de los polímeros cargados con los iones de cromo, se pueden reutilizar en el proceso de curtido de pieles, ya que la cáscara de plátano es rica en taninos, los cuales son sustancias orgánicas empleadas en el proceso de curtido de pieles.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, Ana Y GOMEZ, Denise. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de *Musa sapientum* (Banano) utilizadas como filtro. Tesis (titulación previa a la obtención del título para optar por el grado de licenciatura en química y farmacia). El Salvador: Universidad de el Salvador, Facultad de Química y Farmacia, 2013, p. 93.  
Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/5104/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>
- ATKINS, Peter y DE PAULA, Julio Química física [en línea]. 8ed. Buenos aires: Médica Panamericana, 2008 [fecha de consulta: 20 junio 2017].  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=dVGP7pmCh10C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=dVGP7pmCh10C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978950061248
- Beyer, Hans [et al.]. Manual de química orgánica [en línea]. 9 ed. México: Reverte, 1987 [fecha de consulta: 18 octubre 2017].  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=Pm7INZzKlaoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Pm7INZzKlaoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 8429170669
- BEMBIBRE, Cecilia. Remoción [en línea]. [S.I.]: Definición ABC, 2012 [fecha de consulta: 08 mayo 2017].  
Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/remocion.php>
- BURNS, Nancy y GROVE, Susan. Investigación en enfermería. España: Elsevier, 2004. 554 p.  
ISBN: 8481747203
- CARDONA, Fernanda, CABAÑAS, Dulces y ZEPEDA, Alejandro. Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados,

Pb (II) y Zn (II). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* [en línea]. 2013 [fecha de consulta: 02 setiembre del 2017].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/467/46729718001/>

ISSN: 1665-529X

- CASTRO, Bismark. Uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas. Tesis (titulación previa a la obtención del título de magister en impactos ambientales). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de arquitectura y urbanismo, 2015, p.109.

Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano\\_Dr.%20Castro.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano_Dr.%20Castro.pdf)

- CAÑIZARES, Rosa. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana [en línea]. *Latinoamericana de Microbiología* 2000 - [fecha de consulta: 10 octubre 2017].

Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2000/mi003f.pdf>

- CLUBENSAYOS [en línea]. Jaisel, 2017 [fecha de consulta: 20 mayo 2017].

Disponible en:

<https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/EI-Platano-Cultivo/1591737.html>

- DÍAZ, Ricardo [et.al]. Kinetic study of absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water. *International Journal of Innovation and Scientific Research* [en línea]. 2016, Vol.22 [fecha de consulta: 10 mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.issrjournals.org/links/papers.php?journal=ijisr&application=pdf&article=IJISR-15-349-03>

ISSN: 23518014

- DICCIONARIO de la real academia española [en línea]. Madrid: España [fecha de consulta: 10 mayo 2017].

Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=EPVwpUD>

ISBN: 978-84-670-4189-7

- ESCUDERO, E y GONZÁLEZ, P. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria* [en línea]. 2006 [fecha de consulta: 5 octubre 2017].  
Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>  
ISSN: 0212-1611
- FUENTEELSAZ, Carmen e ICART, Teresa y PULPÓN, Anna. Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina [en línea]. Barcelona: Universidad Barcelona, 2006 [fecha de consulta: 5 octubre 2017].  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=5CWKWi3woi8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=5CWKWi3woi8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 848338485X
- GARCIA, Verónica. Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada [en línea]. La libertad, El salvador: Itca, 2016 [fecha de consulta: 17 octubre 2017].  
Disponible en:  
[https://www.academia.edu/30484807/Elaboraci%C3%B3n\\_de\\_una\\_Biorresina\\_Intercambiadora\\_de\\_Cationes\\_a\\_partir\\_de\\_C%C3%A1scara\\_de\\_Pl%C3%A1tano\\_o\\_Guineo\\_para\\_Eliminar\\_Metales\\_Pesados\\_en\\_Agua\\_Contaminada](https://www.academia.edu/30484807/Elaboraci%C3%B3n_de_una_Biorresina_Intercambiadora_de_Cationes_a_partir_de_C%C3%A1scara_de_Pl%C3%A1tano_o_Guineo_para_Eliminar_Metales_Pesados_en_Agua_Contaminada)  
ISBN: 978-99961-50-33-3
- GARCIA, Paola. Cáscara de Plátano [En línea]: [s.l.] [s.f] [fecha de consulta: 13 de mayo del 2017].  
Disponible en: [https://www.academia.edu/10285554/Cascara\\_de\\_Platao](https://www.academia.edu/10285554/Cascara_de_Platao)
- GOTTELAND, Martin y PEÑA, Francisca. La fibra dietética y sus beneficios para la salud [en línea]. Universidad de Chile, 2011 [fecha de consulta: 17 setiembre 2017].

Disponible en:

<http://www.dinta.cl/wp-dintacl/wp-content/uploads/fibradietetica1.pdf>

- INSTITUTO de Nutrición y salud. Fibra. *Dieta y salud* [en línea]. San Antonio de la Punta. Edamsa. 2009 [fecha de consulta: 17 setiembre 2017].

Disponible en:

[https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/es\\_MX/resources/Resources-Dieta\\_y\\_Salud\\_Fibra.pdf](https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/es_MX/resources/Resources-Dieta_y_Salud_Fibra.pdf)

- JIMÉNEZ, Blanca. La Contaminación Ambiental en México. México: Limusa, 2001, p.200.

ISBN: 968186042X

- LA SALUD de nuestros hijos ¿Qué hay para comer? [en línea]. España: Planeta (GBS), 2007 [fecha de consulta: 16 septiembre 2017].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=fD9NXgmONH8C&printsec=frontcover&dq=la+salud+que+hay+para+comer&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjfpJDkpP3XAhUJ6CYKHVLoBpEQ6AEIJjAA#v=onepage&q=la%20salud%20que%20hay%20para%20comer&f=false>

ISBN: 8432917915

- MALHOTRA, Naresh. Investigación de mercados: un enfoque aplicado [en línea]. 4 ed. México: Pearson Educación, 2004 [fecha de consulta: 17 setiembre 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=SLmEbIVK2OQC&dq=pre+experimental&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=SLmEbIVK2OQC&dq=pre+experimental&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

ISBN: 9702604915

- MENCÍAS, Emilio y MAYERO, Luis. Manual de toxicología básica [en línea]. España: Díaz de Santos, 2000 [fecha de consulta: 20 junio 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=tGifQZogzZ0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=tGifQZogzZ0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 8479784369

- MÉNDEZ, Ramón [et. al]. Producción limpia en la industria de curtiembre [en línea]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 2007 [fecha de consulta: 12 junio 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=h4h5Zel3howC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=h4h5Zel3howC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 8497507967

- MORENO, Astrid. Estudio de diferentes bioadsorbentes como posibles retenedores de fosfatos en aguas. Tesis (titulación previa a la obtención del título para optar por al título de magister en ciencias - química). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, 2013, p. 98.

Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/42905/1/52978683.2013.pdf>

- NEMEROW, Nelson y DASGUPTA, Avijit. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos [en línea]. Madrid: Díaz de Santos, 1998. [Fecha de consulta: 01 de noviembre de 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=KDmjTWMEuaoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=KDmjTWMEuaoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 8479783370

- PEREZ, Julián. Curtiembre [en línea]. [S.l.], 2017 [fecha de consulta: 08 mayo 2017].

Disponible en: <https://definicion.de/curtiembre/>

- PEÑA, Diana. Remoción de Cadmio por musa cavendishii L. Tesis (titulación previa a la obtención del grado de licenciatura en ciencias ambientales). México:

Universidad Autónoma del estado de México, Facultad de planeación Urbana y Regional, 2016, p. 86.

Disponible en:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58718/UAEM-FAPUR-TESIS-PE%C3%91A%20MENDIETA%20DIANA.pdf?sequence=1>

- QUESADA, Roció. Ejercicios para elaborar mapas conceptuales [en línea]. México: Limusa, 2002 [fecha de consulta: 17 setiembre del 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=sDjofcP5NuQC&dq=Son+aquellos+que+de+sechos+que+provienen+de+los+restos+de+los+seres+vivos,+como+las+partes+d+e+las+plantas+o+de+los+animales&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=sDjofcP5NuQC&dq=Son+aquellos+que+de+sechos+que+provienen+de+los+restos+de+los+seres+vivos,+como+las+partes+d+e+las+plantas+o+de+los+animales&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

ISBN: 9681861663

- ROCCA, Evelyn. Remoción de plomo (Pb) con la cáscara de plátano de seda Musa Paradisiaca, en aguas contaminadas, a nivel de laboratorio. Tesis (Título profesional de Ingeniería Ambiental). Lima. Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Ambiental y arquitectura Vallejo.2015, p.62.

- RUDIGER, Albin. Determinación del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia. *Bosque* [en línea] Vol. 1. no. 1, 1975 [fecha de consulta: 13 junio 2017].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=5ROyRcMLOwUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=5ROyRcMLOwUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 0304-8799

- TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógica* [en línea]. vol. 18. Enero – junio, 2015, no. 34. [fecha de consulta: 20 noviembre del 2017].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n34/v18n34a10.pdf>

ISBN: 0123-7799

- TEJEDA, Lesly [et al.]. Estudio de modificación química y física de biomasa (citrus sinensis y musa paradisiaca) para la adsorción de metales. *Luna Azul* [en línea]. Julio – diciembre, 2014, no. 39. [fecha de consulta: 02 noviembre del 2017].  
Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a08.pdf>  
ISSN: 1909-2474
- TORRES, Leticia [et.al]. Remoción de cromo hexavalente por la cáscara de plátano (*Musa cavendishii*). *revista química hoy chemistry sciences* [en línea]. Vol. 12. Octubre – diciembre, 2012, no. 9 [fecha de consulta: 02 junio del 2017].  
Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3366/1/Art6.pdf>  
ISSN: 2007-1183
- TORO, Iván y DARÍO, Rubén. Método y conocimiento: metodología de la investigación [en línea]. Colombia: Universidad Eafit, 2006 [fecha de consulta: 12 junio del 2017].  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=4Y-kHGjEjy0C&dq=dario+ruben+y+toro+ivan&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=4Y-kHGjEjy0C&dq=dario+ruben+y+toro+ivan&hl=es&source=gbs_navlinks_s)  
ISBN: 9588281113

## ANEXOS

### ANEXO I: Ficha de observación para la recolección de las cáscaras de plátano

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>“Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio Sjl - 2017”</p> <p><b>FICHA DE OBSERVACIÓN PARA RECOLECCIÓN DE CÁSCARAS DE PLÁTANO</b></p>
---	--

Variedades de Cáscara de Plátano		Variedad 1 (hartón)	Variedad 2 (palillo)	Variedad 3 (isla)
INDICADORES				
Fibra		19,45	20,04	19,04
Granulometría		250 $\mu m$	250 $\mu m$	250 $\mu m$
Dosis		5 g/0,5 L	5 g/0,5 L	5 g/0,5 L
Rendimiento		20,2219 %	19,8890 %	14, 8479 %
	Kilogramos recolectados	5,028	5,0123	5,0182
	Juguerías	-----	5,0123	5,0182
	Restaurant	3,200 kg	.....	.....
	Chiflerías	1,828 kg	.....	.....
	Kilogramos de harina	1,0285	1,0017	0,7652
	Kilogramos de harina tamizada	1,0169	0,9969	0,7451
Velocidad de agitación		250 RPM/min	250 RPM/min	250 RPM/min
Tiempo de contacto		60 min	60 min	60 min

**ANEXO II:** Ficha de observación de las concentraciones de cromo

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	“Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa Paradisiaca</i> ) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio Sjl - 2017”
	<p align="center"><b>FICHA DE OBSERVACIÓN PARA CONCENTRACIONES DE CROMO (VI)</b></p>

ANÁLISIS DE CROMO (VI) INICIAL					
N° DE TRATAMIENTO	PROPIEDADES FÍSICOQUIMICOS			Concentración de cromo (VI) inicial	
	Temperatura	pH			
T1	T1R1	20 °C	3,14		117,58
	T1R2	20 °C	3,14		117,58
	T1R3	20 °C	3,14		117,58
T2	T2R1	20 °C	3,14		117,58
	T2R2	20 °C	3,14		117,58
	T2R3	20 °C	3,14		117,58
T3	T3R1	20 °C	3,14		117,58
	T3R2	20 °C	3,14		117,58
	T3R3	20 °C	3,14		117,58

ANÁLISIS CROMO (VI) FINAL					
N° DE TRATAMIENTO	PROPIEDADES FÍSICO-QUIMICAS			Concentración de cromo (VI) final	
	Temperatura	pH			
	T1R1	20 °C	6,14		46.250
T1	T1R2	20 °C	6,14		46.250
	T1R3	20 °C	6,14		42.500
	<b>Promedio</b>	20 °C	6,14		45
T2	T2R1	20 °C	6,09		55.000
	T2R2	20 °C	6,08		57.500
	T2R3	20 °C	6,08		48.750
<b>Promedio</b>	20 °C	6,08		53.75	
T3	T3R1	20 °C	6,09		61.250
	T3R2	20 °C	6,08		57.500
	T3R3	20 °C	6,08		57.500
<b>Promedio</b>	20 °C	6,08		58.75	

### ANEXO III: Validación por los expertos



#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

##### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. JOSE ROY CUBIA ROLDAN
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION - I.N.I.A
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO FORESTAL
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (*MUSA PARADISIACA*) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sji - 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teórico-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						<b>90</b>

### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE PLATANO (*MUSA PARADISIACA*)

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Variedad 1 (Harton)	% Fibra	/		
	Dosis	/		
	Tamaño de partícula	/		
	Velocidad de agitación	/		
	Tiempo de contacto	/		
Variedad 2 (Isla)	Rendimiento	/		
	% Fibra	/		
	Dosis	/		
	Tamaño de partícula	/		
	Velocidad de agitación	/		
Variedad 3 (palillo)	Tiempo de contacto	/		
	Rendimiento	/		
	% Fibra	/		
	Dosis	/		
	Tamaño de partícula	/		
Variedad 3 (palillo)	Velocidad de agitación	/		
	Tiempo de contacto	/		
	Rendimiento	/		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 % V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

  
Firma del experto informante.  
DNI N° 09397093 Teléfono N° 952505732

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Mg.

JOSE ELOY CARRERA BAUTISTA

1.2. Cargo e institución donde labora:

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN - INIA

1.3. Especialidad del validador:

INGENIERO FORESTAL

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
14. Organización	Existe una organización lógica.					90
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						<b>90</b>

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Segunda variable: Remoción de Cromo VI

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	pH	/		
	Temperatura	/		
Concentraciones de Cromo VI	Concentración Inicial	/		
	Concentración Final	/		

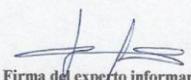
La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 % V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

  
Firma del experto informante.

DNI. N° 09367073 Teléfono N° 952505737

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

Valderrama Gonzalo Doji

1.2. Cargo e institución donde labora:

coordinador de Ejecut.

1.3. Especialidad del validador:

Inj. Agrícola

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						<b>90</b>

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE PLATANO (MUSA PARADISIACA)

DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Variedad 1 (Harton)	% Fibra	-		
	Dosis	-		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
	Tiempo de contacto	✓		
Variedad 2 (pajillo)	Rendimiento	-		
	% Fibra	-		
	Dosis	-		
	Tamaño de partícula	-		
	Velocidad de agitación	✓		
Variedad 3 (Isla)	Tiempo de contacto	✓		
	Rendimiento	✓		
	% Fibra	-		
	Dosis	-		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	-		
	Tiempo de contacto	✓		
	Rendimiento	✓		
	% Fibra	-		
	Dosis	-		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

(  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:



Firma del experto informante.

DNI. N° 4031503 Teléfono N° \_\_\_\_\_

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1. 1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

Valderrama Gonzalo Rojas

1. 2. Cargo e institución donde labora:

Coordinador de Escuela

1. 3. Especialidad del validador:

Ing. Hidrología

1. 4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1. 5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO SJI - 2017"

1. 6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
14. Organización	Existe una organización lógica.					90
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						<b>90</b>

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Segunda variable: Remoción de Cromo VI

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Concentración de Cromo VI	Concentración Inicial	✓		
	Concentración Final	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: SJC. 15 de Noviembre

Firma del experto informante.

DNI. N° 90519063 · Teléfono N° \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

MESCA FICHERO, CESAR

1.2. Cargo e institución donde labora:

Docente UCV Lima Este

1.3. Especialidad del validador:

Metodólogo

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80%	
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80%	
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80%	
14. Organización	Existe una organización lógica.				80%	
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80%	
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80%	
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80%	
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80%	
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80%	
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80%	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					80%	

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE PLATANO (MUSA PARADISIACA)

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Variedad 1 (Harton)	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
	Tiempo de contacto	✓		
Variedad 2 (palillo)	Rendimiento	✓		
	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
Variedad 3 (Isla)	Tiempo de contacto	✓		
	Rendimiento	✓		
	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

(  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: 15 de noviembre del 2017

Firma del experto informante:

DNI. N° 099256844 Teléfono N° 955577873

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. (Mg.)  
Mescua Fierveira, Cesar

1.2. Cargo e institución donde labora:  
Docente UCV Lima Este

1.3. Especialidad del validador:  
Metodología

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sji - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80%	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>						

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Segunda variable: Remoción de Cromo VI

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Concentración de Cromo VI	Concentración Inicial	✓		
	Concentración Final	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: Sjl 15 de noviembre del 2017

Firma del experto informante.

DNI. N° 09925084 Teléfono N° 99557873

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

DELGADO ARENAS, RAÚL

1.2. Cargo e institución donde labora:

JEFE DE LA UNIDAD DE ROSEADO LIMA-ESTE UCV

1.3. Especialidad del validador:

PhD EN METODOS DE EVALUACIÓN E INVESTIGACIÓN

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80 %	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80 %	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80 %	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80 %	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80 %	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80 %	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80 %	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80 %	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80 %	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80 %	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					<b>80%</b>	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE PLATANO (MUSA PARADISIACA)

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Variedad 1 (Harton)	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
	Tiempo de contacto	✓		
Variedad 2 (palillo)	Rendimiento	✓		
	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
Variedad 3 (Isla)	Tiempo de contacto	✓		
	% Fibra	✓		
	Dosis	✓		
	Tamaño de partícula	✓		
	Velocidad de agitación	✓		
	Tiempo de contacto	✓		
	Rendimiento	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

() El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:



Firma del experto informante.

DNI. N° 10766475, Teléfono N° 996719861

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: DELGADO ALENAS, PAUL
- 1.2. Cargo e institución donde labora: JEFE DE LA UNIDAD DE ASesorADO UCV - L.E
- 1.3. Especialidad del validador: DOCTOR EN FILOSOFIA EN METODOS DE INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sji - 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Rodriguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80%	
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80%	
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80%	
14. Organización	Existe una organización lógica.				80%	
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80%	
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80%	
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80%	
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80%	
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80%	
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80%	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					<b>80%</b>	

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Segunda variable: Remoción de Cromo VI

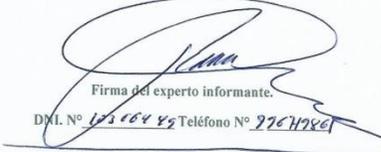
DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Concentración de Cromo VI	Concentración Inicial	✓		
	Concentración Final	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado  
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

  
Firma del experto informante.  
DNI. N° 12516442 Teléfono N° 97679261

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

*Felipe Muñoz*

1.2. Cargo e institución donde labora:

*Dr. Inv.*

1.3. Especialidad del validador:

*Dr.*

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhosili

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				<i>80</i>	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				<i>80</i>	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				<i>80</i>	
4. Organización	Existe una organización lógica.				<i>80</i>	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				<i>80</i>	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				<i>80</i>	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				<i>80</i>	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				<i>80</i>	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				<i>80</i>	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				<i>80</i>	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					<i>80</i>	

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE PLATANO (MUSA PARADISIACA)

DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	SEMIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Variedad 1 (Harton)	% Fibra			
	Dosis			
	Tamaño de partícula			
	Velocidad de agitación			
	Tiempo de contacto			
Variedad 2 (palillo)	Rendimiento			
	% Fibra			
	Dosis			
	Tamaño de partícula			
	Velocidad de agitación			
Variedad 3 (Isla)	Tiempo de contacto			
	Rendimiento			
	% Fibra			
	Dosis			
	Tamaño de partícula			
	Velocidad de agitación			
	Tiempo de contacto			
	Rendimiento			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

*Sjl 15.11.17*  
Lugar y fecha:

*[Firma]*  
Firma del experto informante.

DNI. N° 87744062 Teléfono N° \_\_\_\_\_

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg:

Josías Rojas

1.2. Cargo e institución donde labora:

Dr. Inv.

1.3. Especialidad del validador:

Dr.

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CASCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE LAS AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL DE LABORATORIO Sjl - 2017"

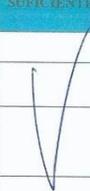
1.6. Autor del instrumento: Rodríguez Flores, Katerine Jhoslii

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80	
14. Organización	Existe una organización lógica.				80	
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80	
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80	
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					80	

**III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Segunda variable: Remoción de Cromo VI

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicoquímicos	pH			
	Temperatura			
Concentración de Cromo VI	Concentración Inicial			
	Concentración Final			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

SJL-15.11.17  
Lugar y fecha:

  
Firma del experto informante.

DNI. N° 87744062 Teléfono N° \_\_\_\_\_

## ANEXO IV: Matriz de consistencia

PROBLEMA		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERALIZACION DE VARIABLES									
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa Paradisiaca</i> )	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Unidades					
¿Cómo es la eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) en la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?	Evaluar la eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) en la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017	La eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) son diferentes para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.		VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa Paradisiaca</i> )	Según el diccionario de la lengua española (2016) la eficiencia es la capacidad para lograr un efecto determinado, es así que para determinar la eficiencia de las cáscaras de las tres variedades de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) se estimó mediante los factores que intervienen en el proceso de adsorción, ya que según Moreno (2013) los factores que afectan dicho proceso son: los grupos funcionales superficiales, tamaño de partícula, el tiempo de equilibrio. Por otro lado, Rocca (2015) también menciona que, debido al tamaño granulométrico, la cantidad de dosis agregada, la velocidad y el tiempo de agitación se puede evidenciar la capacidad de las cáscaras de plátano para lograr el objeto propuesto.	5 kg de la cáscara de plátano hartón, 5 kg de la cáscara de plátano palillo y 5 kg de la cáscara de plátano isla fueron recolectados como material residuo generados por jugueterías, restaurantes y chiflerías. Las cuales fueron lavadas y expuestas al aire libre, para aglizar su secado. Posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada con la finalidad de eliminar partículas adheridas en el secado al aire libre, para luego ser colocadas en una estufa a una temperatura controlada de 70 – 90 °C (11 horas aprox.) cada variedad de cáscara separada. Finalizado esto se procedió a moler en un triturador manual, para luego pasarlo por el tamiz # 60 el cual da 250 µm de tamaño de partícula. El polímero de cáscara de plátano obtenido fue tratado con hexano en el equipo de soxhlet, con el fin de quitar las grasas y pigmentos del material adsorbente.	Variedad 1 (hartón)	Fibra	%				
								Dosis	5 gramos				
								Granulometría	250 µm				
								Tiempo de contacto	60 min				
								Velocidad de agitación	250 rpm/min				
								Rendimiento	%				
¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano hartón en la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?	Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano hartón para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL – 2017.	La eficiencia de la cáscara de plátano hartón es del 50% para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.	VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa Paradisiaca</i> )	Según el diccionario de la lengua española (2016) la eficiencia es la capacidad para lograr un efecto determinado, es así que para determinar la eficiencia de las cáscaras de las tres variedades de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) se estimó mediante los factores que intervienen en el proceso de adsorción, ya que según Moreno (2013) los factores que afectan dicho proceso son: los grupos funcionales superficiales, tamaño de partícula, el tiempo de equilibrio. Por otro lado, Rocca (2015) también menciona que, debido al tamaño granulométrico, la cantidad de dosis agregada, la velocidad y el tiempo de agitación se puede evidenciar la capacidad de las cáscaras de plátano para lograr el objeto propuesto.	5 kg de la cáscara de plátano hartón, 5 kg de la cáscara de plátano palillo y 5 kg de la cáscara de plátano isla fueron recolectados como material residuo generados por jugueterías, restaurantes y chiflerías. Las cuales fueron lavadas y expuestas al aire libre, para aglizar su secado. Posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada con la finalidad de eliminar partículas adheridas en el secado al aire libre, para luego ser colocadas en una estufa a una temperatura controlada de 70 – 90 °C (11 horas aprox.) cada variedad de cáscara separada. Finalizado esto se procedió a moler en un triturador manual, para luego pasarlo por el tamiz # 60 el cual da 250 µm de tamaño de partícula. El polímero de cáscara de plátano obtenido fue tratado con hexano en el equipo de soxhlet, con el fin de quitar las grasas y pigmentos del material adsorbente.	Variedad 2 (palillo)	Fibra	%					
							Dosis	5 gramos					
							Granulometría	250 µm					
							Tiempo de contacto	60 min					
							Velocidad de agitación	250 rpm/min					
							Rendimiento	%					
¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano palillo en la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?	Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano palillo para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL – 2017.	La eficiencia de la cáscara de plátano palillo es del 50% para remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.	VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano ( <i>Musa Paradisiaca</i> )	Según el diccionario de la lengua española (2016) la eficiencia es la capacidad para lograr un efecto determinado, es así que para determinar la eficiencia de las cáscaras de las tres variedades de plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> ) se estimó mediante los factores que intervienen en el proceso de adsorción, ya que según Moreno (2013) los factores que afectan dicho proceso son: los grupos funcionales superficiales, tamaño de partícula, el tiempo de equilibrio. Por otro lado, Rocca (2015) también menciona que, debido al tamaño granulométrico, la cantidad de dosis agregada, la velocidad y el tiempo de agitación se puede evidenciar la capacidad de las cáscaras de plátano para lograr el objeto propuesto.	5 kg de la cáscara de plátano hartón, 5 kg de la cáscara de plátano palillo y 5 kg de la cáscara de plátano isla fueron recolectados como material residuo generados por jugueterías, restaurantes y chiflerías. Las cuales fueron lavadas y expuestas al aire libre, para aglizar su secado. Posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada con la finalidad de eliminar partículas adheridas en el secado al aire libre, para luego ser colocadas en una estufa a una temperatura controlada de 70 – 90 °C (11 horas aprox.) cada variedad de cáscara separada. Finalizado esto se procedió a moler en un triturador manual, para luego pasarlo por el tamiz # 60 el cual da 250 µm de tamaño de partícula. El polímero de cáscara de plátano obtenido fue tratado con hexano en el equipo de soxhlet, con el fin de quitar las grasas y pigmentos del material adsorbente.	Variedad 3 (isla)	Fibra	%					
							Dosis	5 gramos					
							Granulometría	250 µm					
							Tiempo de contacto	60 min					
							Velocidad de agitación	250 rpm/min					
							Rendimiento	%					
				Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Unidades					
¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de plátano isla en la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017?	Determinar la eficiencia de la cáscara de plátano isla para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL – 2017.	La eficiencia de la cáscara de plátano isla es del 50% para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.	VARIABLE DEPENDIENTE Remoción de cromo (VI)	Remover es un término que se utiliza para hacer referencia a todo aquel acto que tenga ver con quitar algo de su lugar. (Bembibre, 2012). Donde el objeto a quitar es el cromo, un compuesto tóxico cancerígeno que en estado de oxidación +6, puede crear pérdida masiva de fluidos, shock, inconsciencia y muerte. Su ingestión da lugar a intensas irritaciones gastrointestinales con náuseas, vómitos, diarreas, dolor epigástrico violento, afectan las vías respiratorias y los pulmones, hemorragias gastrointestinales que, en algunos casos aumenta el riesgo de cáncer (Mencías, 2000).	En el equipo de Floculador programable JLT6 se realizó la prueba de jarras, donde se adicionó medio litro de agua contaminada con cromo hexavalente en cada jarra (9 jarras) con concentraciones de 177 mg/L. Tomando en cuenta los parámetros físico-químicos del agua (T° y pH), que fueron medidos con un potenciómetro. Finalmente, la remoción de cromo VI fue determinada por el porcentaje de remoción de las tres variedades de cáscara de plátano, midiendo la concentración del cromo previa y posterior a la aplicación del tratamiento (por medio del método colorimétrico de la difenilcarbazida) Dif. de cromo = Conc. Cr inicial - Conc. Cr final. El porcentaje de remoción se determinó con la diferencia de cromo obtenido, el cual se calculó de la siguiente manera: Conc. De Cr inicial----- 100.0% Dif. de Cromo ----- X  X = % de remoción	Parámetros físico-químicos del agua	pH	1 - 14					
							Concentraciones de cromo VI	Temperatura	°C				
								Concentración inicial	mg/L				
							Concentración final	mg/L					

**ANEXO V: Límites de efluente para alcantarillado de las actividades de curtiembre**

Parámetros	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 -- 9	6 --9	6 -- 9	6 --9	6 -- 9	6 --9		6 --9
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos susp. Tot (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO5 (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)								3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo total (mg/l)								2
N - NH4 (mg/l)								30
Coliformes fecales								
NMP/100 ml								

**Fuente:** decreto supremo 003-2002-PRODUCE

Límite máximo permisible de efluentes para aguas superficiales de las actividades de cemento, cerveza, papel y curtiembre

Parámetros	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
pH	6 -- 9	6 --9	6 -- 9	6 --9	6 -- 9	6 --9	5.0 – 8.5	5.0 – 8.5
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos susp. Tot (mg/l)	50	30	50	30	100	30	50	30
Aceites y grasas (mg/l)			5	3	20	10	25	20
DBO5 (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)			250	50		50	250	50
Sulfuros (mg/l)							1	0.5

Cromo VI (mg/l)							0.3	0.5
Cromo total (mg/l)							2.5	0.5
Coliformes fecales, NMP/100 ml							4000	1000
N - NH4 (mg/l)							20	10

**Fuente:** Decreto supremo 003-2002-PRODUCE

Valores referenciales de efluentes para alcantarillado y aguas superficiales de las actividades en curso de los subsectores curtiembre y papel

Parámetros	CURTIEMBRE (Alcantarillado)	PAPEL	
		Superficial	Alcantarillado
Grado de acidez o Alcalinidad (pH)	6.5 – 9.5		
DBO5 (mg/l)	1000	250	1000
DQO (mg/l)	2500	1000	3000
Sólidos susp. Tot (mg/l)	1000		
Sulfuros (mg/l)	10		
Cromo VI (mg/l)	0.5		
Cromo total (mg/l)	5		
N - NH4 (mg/l)	2		

**Fuente:** Decreto supremo 003-2002-PRODUCE

**ANEXO VI: Análisis de cromo de aguas de la curtiembre Hinos S.A.C**

**ENSAYO N° 25-2017- II -TESIS**

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Empresa: Cutiembre Hinos S.A.C  
Dirección: Los pinos  
Tipo de ensayos: Análisis químico  
Tipo de muestra: Agua  
Identificación de la muestra: MDC  
Descripción de la muestra: Muestra de curtiembre,  
Muestra tomada por: Rodriguez flores, Katerine  
Fecha de ingreso de muestra: 03/10/2017  
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV  
Fecha de realización de ensayos: 06/10/2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
			MDC
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 3500-Cr	116.97

*Daniel Neciosup Gonzales*

Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología



*Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales*

Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales

## ANEXO VII: Análisis de fibra en detergente ácido



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN  
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

### INFORME DE ENSAYO LENA N° 1120/2017

CLIENTE : KATERINE RODRIGUEZ FLORES  
NOMBRE DEL PRODUCTO : 03 muestras de harina de cáscara de plátano  
(Denominación responsabilidad del cliente)  
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
FECHA DE RECEPCIÓN : 14-11-2017  
FECHA DE ANÁLISIS : Del 14/11/17 al 21/11/17  
CANTIDAD DE MUESTRA : Indicadas en tabla  
PRESENTACION : Muestra en bolsa de polietileno  
IDENTIFICACION : AQ17-1120/01-03

### RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ17-1120/01	AQ17-1120/02	AQ17-1120/03
MUESTRA	Palillo	Harton	Isla
Peso (gramos)	22	24	22
FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA : %	20.04	19.45	19.04

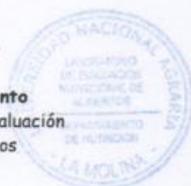
#### Métodos utilizados:

ANKOM (2005) Acid Detergent Fiber in Feeds. Filter bag technique

Atentamente,

La Molina, 21 de Noviembre del 2017

  
Ing. Gloria Palacios Pinto  
Jefe del Laboratorio de Evaluación  
Nutricional de Alimentos



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe  
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

## ANEXO VIII: Análisis del agua sintética elaborada

### ENSAYO N° 25-2017- II -A-TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV  
 INFORME DE RESULTADOS  
 AGUAS

Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímico  
 Tipo de muestra: Agua  
 Identificación de la muestra: Muestra de agua sintética elaborada  
 Descripción de la muestra: Muestra de agua con cromo hexavalente  
 Muestra tomada por: Rodriguez flores, Katerine  
 Fecha de ingreso de muestra: 16/10/2017  
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV  
 Fecha de realización de ensayos: 16/10/2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO		
			ABSORBANCIA	CONCENTRACIONES DE CROMO	CONCENTRACIONES DE CROMO MULTIPLICADO POR LA DILUCIÓN
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 3500-Cr	0.069	0.094	117.5
			0.070	0.095	118.75
			0.069	0.094	117.5

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
			Muestra de agua sintética de cromo elaborada
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	7.16
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	20

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
			Muestra inicial modificada con HCL
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	3.14

*[Firma]*  
 Daniel Neciosup Gonzales  
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología

  
 Eorgio Valdiviezo Gonzales

**ANEXO IX: Análisis de cromo hexavalente después de la aplicación de los tratamientos**

**ENSAYO N° 25-2017- II -B-TESIS**

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV  
INFORME DE RESULTADOS  
AGUAS

Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímico  
 Tipo de muestra: Agua  
 Identificación de la muestra: Muestra de agua con cromo final  
 Descripción de la muestra: Muestra de agua con cromo luego de la aplicación de tratamientos  
 Muestra tomada por: Rodriguez flores, Katerine  
 Fecha de ingreso de muestra: 16/10/2017  
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV  
 Fecha de realización de ensayos: 17/10/2017

RESULTADO – T1					
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	ABSORBANCIA	CONCENTRACIONES DE CROMO	CONCENTRACIONES DE CROMO MULTIPLICADO POR LA DILUCIÓN
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 3500-Cr	0.029	117.583	46.250
			0.029	117.583	46.250
			0.027	117.583	42.500

RESULTADO – T2					
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	ABSORBANCIA	CONCENTRACIONES DE CROMO	CONCENTRACIONES DE CROMO MULTIPLICADO POR LA DILUCIÓN
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 3500-Cr	0.034	117.583	55.000
			0.035	117.583	57.500
			0.030	117.583	48.750

RESULTADO – T3					
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	ABSORBANCIA	CONCENTRACIONES DE CROMO	CONCENTRACIONES DE CROMO MULTIPLICADO POR LA DILUCIÓN
Cromo Hexavalente	mg/L	APHA 3500-Cr	0.037	117.583	61.250
			0.035	117.583	57.500
			0.035	117.583	57.500

*[Firma]*  
 Daniel Neciosup Gonzales  
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología



*[Firma]*  
 V.º. B.º Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales

## ANEXO X: pH y T° finales

### ENSAYO N° 25-2017- II -C-TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

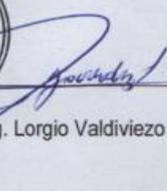
Tipo de ensayos:	Análisis fisicoquímico
Tipo de muestra:	Agua
Identificación de la muestra:	Muestra de agua con cromo final
Descripción de la muestra:	Muestra de agua con cromo luego de la aplicación de tratamientos
Muestra tomada por:	Rodriguez flores, Katerine
Fecha de ingreso de muestra:	16/10/2017
Lugar que se realizó el ensayo:	Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos:	17/10/2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS		
			T1	T2	T3
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	6.14	6.09	6.09
			6.14	6.08	6.08
			6.14	6.08	6.08

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS		
			T1	T2	T3
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	20		

  
 Daniel Neciosup Gonzales  
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología



  
 V.º B.º Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales

## ANEXO XI: Preparación del adsorbente



**Figura N°2:** hartón



**Figura N°3:** isla



**Figura N°4:** palillo

En las figuras N°2; 3 y 4 se muestra la recolección de las tres variedades de cáscara de plátano, las cuales fueron adquiridas de los distintos centros comerciales, como juguerías, restaurants y chiflerías.



**Figura N°5:** hartón



**Figura N°6:** isla



**Figura N°7:** palillo

En las figuras N°5; 6 y 7 se presenta los procesos de lavado y recorte de las tres variedades de cáscara de plátano, la cual es recomendable desarrollarlas juntas (lavado y recorte), ya que a menor tamaño de la cáscara mayor facilidad de lavado.



**Figura N°8:** hartón



**Figura N°9:** isla



**Figura N°10:** palillo

En las figuras N°8; 9; 10 se puede observar que las tres variedades de cáscara de plátano fueron dispuestas a un secado al aire libre.



**Figura N°11: hartón**



**Figura N°12: isla**



**Figura N°13: palillo**

En las figuras N°11; 12; 13 se muestra que luego del proceso de secado al aire libre se lava con agua destilada (también puede ser agua potable) para quitar las partículas adheridas.



**Figura N°14: hartón**



**Figura N°15: isla**



**Figura N°16: palillo**

En las figuras N°14; 15; 16 se muestra el secado de las tres variedades de cáscara de plátano en una estufa a 70 – 90 °C, considerándose finalizado el proceso cuando el peso de las cáscaras fue relativamente constante.



**Figura N°17: hartón**



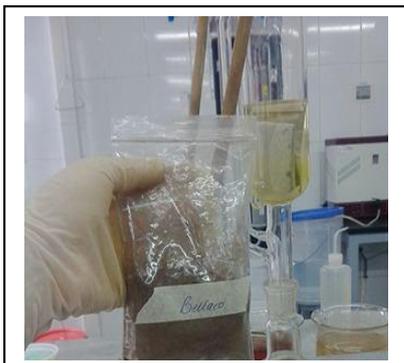
**Figura N°18: isla**



**Figura N°19: palillo**

En las figuras N°17; 18; 19 se muestra el proceso de molido y tamizado de las tres cáscaras, finalizando así la obtención del polímero de las cáscaras de plátano.

## ANEXO XII: Extracción de grasas y pigmentos de las cáscaras de plátano



**Figura N° 19:** hartón



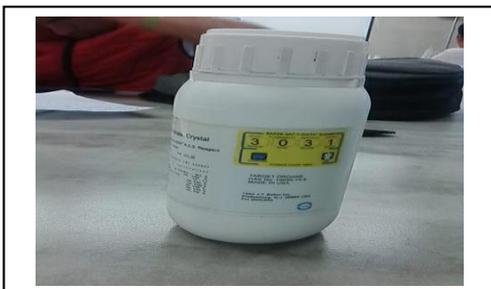
**Figura N° 20:** isla



**Figura N° 21:** palillo

En las figuras N° 19; 20 y 21 se muestran la extracción de las grasas y pigmentos de las cáscaras de las tres variedades de plátano, llevadas a cabo en el equipo de soxhlet.

## ANEXO XIII: Elaboración del agua sintética



**Figura N° 22:** Cromato de potasio



**Figura N° 23:** Pesado del  $K_2CrO_4$



**Figura N° 24:** Dilución del  $K_2CrO_4$



**Figura N° 25:** Espectrofotometría UV- visible

En las figuras N° 22; 23 y 24 se observan los procedimientos desarrollados para la preparación del agua sintética, que finalmente fueron comprobados por el método colorímetro, tal y como se demuestra en la figura N° 25.

## ANEXO XIV: Tratamientos



**Figura N° 26:** Medición de pH y T°



**Figura N° 27:** Prueba de jarras



**Figura N° 28:** Filtrado



**Figura N° 29:** Análisis de cromo VI

En la figura N° 26 se muestra la medición de la T° y pH con la ayuda de un potenciómetro, así también en la figura N° 27 se muestra la disposición de los tratamientos con sus respectivas dosis y cantidades de agua con concentraciones de cromo hexavalente, además en la figura N° 28 se observa la filtración finalizada la aplicación de los tratamientos (vale recomendar dejar que las muestras sedimenten, ya que los polímeros de las cáscaras deben sedimentar) y finalmente en la figura N° 29 se observa la determinación de cromo por el método colorimétrico.

## ANEXO XV: Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi**, docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, **Lima Este** (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada:

**“EFICIENCIA DE TRES VARIEDADES DE CÁSCARA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL LABORATORIO, SJL – 2017”**, del (de la) estudiante **Katerine Jhosili, Rodríguez Flores** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **.19.%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 18 de diciembre del 2017



Firma

Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi

DNI: 07268863

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## ANEXO XVI: Pantallazo del turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows the title page of a thesis from Universidad César Vallejo, Faculty of Engineering, School of Environmental Engineering. The thesis title is 'Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017.' The author is Katerine Jhosili, Rodriguez Flores. The document is for a Bachelor's degree in Environmental Engineering.

On the right side, the 'Resumen de coincidencias' (Similarity Summary) panel shows a total similarity of 19%. Below this, a list of sources is provided, each contributing 1% to the total similarity:

Rank	Source	Similarity
1	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
2	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
3	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.utmachala.... Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	documents.mx Fuente de Internet	1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
9	www.servilex.com.pe Fuente de Internet	1 %

At the bottom of the interface, the status bar indicates 'Página: 1 de 101', 'Número de palabras: 17937', and 'Text-only Report | High Resolution Activado'.

## ANEXO XVII: Autorización de publicación de tesis

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo **Katerine Jhosill Rodríguez Flores**, identificado con DNI N° **71733509**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ) , No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Sjl – 2017"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

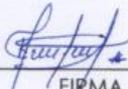
.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 71733509

FECHA: 07 de diciembre del 2017

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**ANEXO XVIII: Autorización de la versión final del trabajo de investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL:

**Mg. FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**RODRIGUEZ FLORES, KATERINE JHOSILI**

INFORME TÍTULADO:

**"EFICIENCIA DE TRES VARIETADES DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*MUSA PARADISIACA*) PARA LA  
REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL LABORATORIO, SJL –  
2017"**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**INGENIERA AMBIENTAL**

SUSTENTADO EN FECHA: 10 de diciembre del 2017

NOTA O MENCIÓN: 16 (número) Dieciséis (letras)

---

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN