



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de *Musa paradisiaca* para remoción de cadmio en aguas superficiales.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Br. Luz Terlinda, De La Cruz Rodríguez (ORCID: 0000-0002-5888-3323)

**ASESORES**

Dr. César Augusto, Monteza Arbulú (ORCID: 0000-0003-2052-6707)

Dra. Bertha Magdalena, Gallo Gallo (ORCID: 0000-0001-8271-9593)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

El presente proyecto se lo dedico a Dios por regalarme el don de la vida, la salud y la sabiduria , soporte fuerte para vencer dificultades y culminar, hoy, una etapa en mi vida profesional.

A mis padres, padrinos y hermanos, ya que me apoyaron, alentaron y estuvieron siempre conmigo.

En especial a mi hermanita Yoli Beatriz, que a pesar, que ya no está conmigo, siempre vive en mi corazón.

***Luz Terlinda.***

## **Agradecimiento.**

Agradezco a Dios porque me posibilitó el camino hacia el logro de esta gran meta.

A mis padres, De La Cruz Roque Germán y Rodríguez Reyes Mercedes, por ser mi motor para continuar siempre hacia delante.

A mis padrinos Enrique y Edith por su apoyo incondicional, por sus consejos, y su cariño.

A mi gran amiga Karina Soca por su valioso apoyo, sus consejos, y su confianza.

A mis hermanos, Nancy, José, Walter, Javier, Yola por su ayuda y sobre todo por proporcionarme su valioso tiempo.

A mis asesores, el ing. Monteza Arbulú César y la ing. Gallo Gallo Bertha que con su apoyo, paciencia y orientación en el transcurso de la elaboración del presente trabajo de investigación, lo pude culminar.

A mi centro de estudios la universidad César Vallejo, donde encontré la motivación para desarrollarme profesionalmente.

A mis amigas(os) y futuros(as) colegas por la experiencia vivida durante estos años de estudio y a los docentes que conocí en el transcurso de mi formación profesional.

***Luz Terlinda.***

## Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de autenticidad del autor

Yo, De La Cruz Rodríguez Luz Terlinda, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de *Musa paradisiaca* para remoción de cadmio en aguas superficiales”, son:

1. De mi autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Chiclayo, 31 de agosto del 2020

---

Luz Terlinda De La Cruz Rodríguez

DNI: 43311343

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Índice de tablas.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2. Variables, operacionalización.....	13
2.3. Población , muestra y muestreo .....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	13
2.5. Procedimientos .....	17
2.6. Métodos de análisis de datos. ....	22
2.7. Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN .....	31
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS.....	41
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	59
Reporte de turnitin.....	60
Autorización de la publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	61
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	62

## Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Estructura de la planta del plátano.....	7
<i>Figura 02.</i> Componentes del banano. ....	7
<i>Figura 03.</i> Estructura de la celulosa. ....	8
<i>Figura 04.</i> Sitio de estudio. ....	14
<i>Figura 05.</i> Flujograma de obtención de raquis puro.....	17
<i>Figura 06.</i> Flujograma del proceso de obtención de celulosa. ....	19
<i>Figura 07.</i> Flujograma del proceso de adsorción de cadmio con celulosa obtenida de raquis de <i>Musa paradisiaca</i> . ....	21
<i>Figura 08.</i> Determinación de celulosa obtenida de <i>Musa paradisiaca</i> . ....	24
<i>Figura 09.</i> Dosis de celulosa a pH 5.....	25
<i>Figura 10.</i> Dosis de celulosa a pH 6.....	26
<i>Figura 11.</i> Dosis de celulosa a pH 7.5.....	27
<i>Figura 12.</i> Dosis de celulosa a pH 8.5.....	28
<i>Figura 13.</i> Dosis de celulosa a diferentes pH.....	29
<i>Figura 14.</i> Porcentaje de remoción de la concentración de cadmio. ....	30

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Rendimiento del raquis de Musa paradisiaca.</i> .....	23
<b>Tabla 02.</b> <i>Determinación de celulosa obtenida de raquis de Musa paradisiaca.</i> .....	23
<b>Tabla 03.</b> <i>Dosis de celulosa a pH 5.</i> .....	24
<b>Tabla 04.</b> <i>Dosis de celulosa a pH 6</i> .....	25
<b>Tabla 05.</b> <i>Dosis de celulosa a pH 7.5.</i> .....	26
<b>Tabla 06.</b> <i>Dosis de celulosa a pH 8.5.</i> .....	27
<b>Tabla 07.</b> <i>Dosis de celulosa a diferentes pH</i> .....	28
<b>Tabla 08.</b> <i>Porcentajes de adsorción de cadmio a dosis y pH diferentes.</i> .....	29

## RESUMEN

La contaminación del agua por cadmio, es uno de los problemas ambientales más graves del mundo, ya que su presencia en el agua implica consecuencias dañinas a la salud humana, especies vegetales y animales.

En esta investigación se planteó remover cadmio de las aguas superficiales mediante el proceso de adsorción, empleando la celulosa obtenida a partir del raquis de *Musa paradisiaca*.

El raquis de *Musa paradisiaca* fue recolectado, cortado, lavado, secado en estufa a 65°C – 105°C durante 12 horas, luego molido y tamizado a 250 micras. Para obtener la celulosa se usó el método Kraft, mediante la hidrólisis ácida empleando 149 y 121 g del raquis procesado, seguida de una extracción alcalina con NaOH al 10%, posterior lavado y secado. Se realizó la hidrólisis ácida con HCl, lavado, cloración con NaClO al 3.5%, lavado, una extracción alcalina de NaOH al 20%, lavado y finalmente se realizó el blanqueamiento con NaClO al 0.5%, lavado y dejado en estufa a 65°C por 12 horas.

La concentración inicial de cadmio presente en el agua fue de 0.001 mg/L, por lo tanto se enriqueció con el analito dando un resultado de 1.1008 mg/L Cd y se procedió con su tratamiento adicionando dosis de celulosa de 0.25 g, 0.50 g y 1g a diferentes pH de 5, 6,7.5 y 8.5, donde se determinó que los mejores pH de adsorción fueron 7.5 y 8.5 y la dosis óptima de celulosa fueron de 0.50g y 1 g.

**Palabras claves:** Raquis de plátano, celulosa, hidrólisis ácida, adsorción, cadmio.



## ABSTRACT

The problem regarding water pollution because of cadmium, is one of the most serious environmental problems in the world, generating serious consequences to human, plants and animals.

The following study aimed to remove the cadmium from surface water through the Absorption process, using the cellulose obtained from rachis of *Musa paradisiaca*.

The rachis of *Musa paradisiaca* was gathered, it was then cut, washed, kiln dried at 65°C to 105°C for 12 hours. After this it was minced and screened at 250 microns. In order to get the cellulose, the Kraft method was used. The acid hydrolysis led to use 149 ad 121 g of the processed. Then an alkaline extraction with NaOH at 10% was executed. The washing and kiln drying were in order to continue with the acid hydrolysis. The process included wash and chlorination with NaClO at 3.5% followed by a bleaching with NaClO at 0.5% and left at a kiln dryer at 65°C for 12 hours.

The initial concentration of cadmium present in the water was 0.001 mg / L, therefore it was enriched with the analyte giving a result of 1,1008 mg / L Cd, therefore it led to its treatment by adding a dose of cellulose of 0.25 g, 0.50 g and 1 g to different pH levels of 5,6, 7.5 and 8.5. Then concluded that the best pH absorption rates were of 7.5 and 8.5and the best doses of cellulose were of 0.50 g and 1g.

**Keywords:** banana rachis, cellulose, acid hydrolysis, absorption, cadmium

## I. INTRODUCCIÓN

En lo referente a la realidad problemática se sabe que el agua es el núcleo del desarrollo sostenible y es de vital envergadura para el progreso social, económico, energético, ecosistemas saludables, producción de alimentos y para la supervivencia misma de los seres humanos, por lo que, es cuestión de derechos. Así mismo, este elemento vital forma parte trascendental de la adecuación al cambio climático, por lo que es el enlace clave entre la sociedad y el ambiente. Cuanto más crece la población mundial, se produce una exigencia gradual de concertar la competencia entre las búsquedas comerciales de los recursos hídricos para que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades. Organización de las Naciones Unidas (ONU)

Actualmente, a nivel mundial, la polución del agua por metales pesados como el cadmio es muy frecuente, debido a la presencia de grandes industrias que vierten sus efluentes a los cuerpos de agua sin tratamiento previo causando daños a la salud humana.

Según iAgua, el primer caso reportado de intoxicación masiva por cadmio de la historia se dió en la cuenca del río Jinzu, en Japón en 1912. Este hecho provocó la enfermedad llamada itai-itai, cuyo significado es literalmente “¡ay, ay!”, inspirado en los gritos de dolor que emitían los afectados.

El Cadmio tiene efecto acumulativo en el organismo humano, ocasionando deterioro a la salud de las personas, ya que pueden entrar en la dieta humana y acumularse gradualmente en el cuerpo humano. Este metal pesado tiene efectos tóxicos en los riñones, sistema respiratorio y óseo; asimismo, está catalogado como carcinógeno para los seres humanos. Generalmente está presente en el ambiente en bajos niveles. Sin embargo, las actividades antropogénicas han incrementado notablemente esos niveles. (Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011, párr. 5)

En Venezuela de acuerdo a las declaraciones de la investigadora Virginia Mosquera, del Instituto de Investigación y Proyección Natural y Sociedad (IARNA), el río Villalobos, que converge en el Lago de Amatitlán, muestra grandes cargas de metales pesados y fecales, provenientes de las industrias que se localizan en la partida hacia el sur. Además añadió que esta problemática tiene efectos a largo plazo para los que hacen uso de estas aguas para el consumo y la agricultura. (Prensa Libre, 2019).

En el Perú, se aprecia la reducción gradual de la calidad del recurso hídrico, por el vertimiento de los efluentes de las industrias, minería ilegal y pasivos ambientales ubicados en las nacientes de las cuencas. Así mismo, la disminución por las aguas que han sido usadas por la agricultura y las municipalidades. Los ríos costeros son 62, de los cuales 16 están contaminados con plomo, manganeso y hierro a consecuencia de la minería ilegal, amenazando el costo del suministro de agua de las ciudades costeras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2016)

En el Departamento de Lambayeque, el investigador Elmer Burga Mundaca de la Asociación Protectora a la Vida (ASOPROVIDA), dió a conocer que posiblemente las aguas del río Chancay-Lambayeque estén contaminadas por metales pesados procedentes de minas, perjudicando la salud de los habitantes, la ganadería y la agricultura. Esta problemática del río Chancay procede desde las nacientes de las lagunas Mishacocha, donde una parte se ocupa en las actividades mineras, y otra parte de las nacientes está en Pulán, donde se encuentra la minera La Zanja. (La República ,2014)

En lo concerniente a los antecedentes previos se consideran los siguientes trabajos:

En la tesis de Peña (2016), titulada “Remoción de Cadmio por *Musa cavendishii*, L.” En esta investigación experimental, se llevó a cabo la remoción de Cadmio por el proceso de adsorción, utilizando material orgánico de descarte proveniente de residuos agroindustriales como la cascara de plátano de nombre científico *Musa cavendishii*.L., este biomaterial fue acopiado de mercados en donde se generan en grandes cantidades.

El biomaterial fue triturado y tamizado hasta tener un tamaño apropiado. La cáscara fue manipulada de forma natural y mediante tratamiento químico con ácido sulfúrico con el fin de oxidar su superficie. Y al mismo tiempo, elaboraron soluciones de Cadmio a distintas concentraciones para realizar la mezcla de ambos componentes y poder analizar la conducta del Cadmio frente al biomaterial, con el propósito de concluir si la biomasa del plátano retiene el contaminante por el proceso de adsorción.

Para el logro de los objetivos realizaron diversas pruebas en distintos tiempos, ya que utilizaron dos muestras de biomaterial generando diferentes resultados que fueron analizados mediante el cual evaluaron isothermas de adsorción y porcentaje de remoción los cuales facilitaron la explicación del proceso de adsorción.

Concluyeron que, evidentemente, el Cadmio es removido de la fase acuosa, mediante el proceso de adsorción utilizando los biomateriales indicados anteriormente, sin embargo, la biomasa que fue tratada químicamente dio los mejores resultados.

Por otro lado en el trabajo experimental de Paladines y Ticono (2019, p.6), que tiene de nombre “Obtención de celulosa a partir de raquis de banano aplicado a la remoción de plomo y cadmio en solución acuosa”. Cuyo objetivo fue obtener celulosa de los desechos agrícolas más abundantes en el Ecuador como es el raquis de banano y aplicarlo a la separación de cadmio ( $Cd^{2+}$ ) y plomo ( $Pb^{2+}$ ). Por lo tanto el bioadsorbente utilizado fue el raquis de banano por los componentes que posee, como son la celulosa, lignina y holocelulosa. El raquis de banano fue recolectado de una hacienda para ser troceado, lavado, secado a  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, molienda hasta 250 micras.

Para obtener la celulosa utilizó el método de pulpeo; en donde efectuó la hidrólisis ácida, el cual se basa en utilizar 20 g del material procesado, seguido de una extracción alcalina con NaOH 10%, lavado y secado en la estufa, cloración con NaClO al 3.5 %, lavado con agua destilada, para luego realizar una extracción alcalina de NaOH al 20%, lavado y por último un blanqueamiento a través del NaClO a 0.5 % y su respectivo secado. Por otro lado llevaron a cabo estudios de pH, equilibrio y cinético. Determinaron que los pH óptimos fueron de 4.5 y 7.5 para plomo y cadmio.

Este trabajo experimental permitió la caracterización y aplicación en procesos de adsorción de uno de los desechos agrícolas de mayor producción en la provincia de El Oro, como es el raquis de banano, constituyendo un material eficiente para el proceso de adsorción de  $Cd^{2+}$  y  $Pb^{2+}$  en comparación con otros biomateriales similares.

La Revista Mexicana de Ingeniería Química (2011, p. 292), con su tema de estudio: “whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano: obtención y caracterización”, Tuvo como objetivo obtener whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano (*Musa cavendish*).

En cuanto a la metodología para obtener la celulosa fue mediante método de pulpeo que se basa en los siguientes pasos: hidrólisis ácida, cloración, extracción alcalina y blanqueamiento. También realizaron doble hidrólisis ácida controlada tales como la clorhídrica y sulfúrico al 64%. El producto final fue determinado por Difracción de Rayos-X (XRD), Espectroscopia de Infrarrojo (FTIR), Análisis Termo Gravimétrico (DTG),

Polariscopio y Microscopía de Fuerza Atómica (AFM). En conclusión se obtuvo 66 % de celulosa del raquis y pseudotallo de *Musa cavendish*.

, En la Revista Luna Azul (2017, p. 29), en su tema: Determinación electroquímica de plomo y cadmio en aguas superficiales , tuvo como objeto de estudio, cuantificar y validar plomo y Cadmio existentes en la quebrada Las Torres ubicado en Sogamoso, Colombia, a través de la técnica conocida como voltametría de onda cuadrada. Este estudio se ejecutó empleando como electrolito de soporte solución Britton-Robinson a pH 4.8. El electrodo cloruro de plata (AgCl) lo usaron como referencia y, también emplearon como electrodo de trabajo al carbón vítreo y por último al platino como electrodo auxiliar.

La técnica muestra un límite de detección 211 µg/L para Plomo y 268 µg/L para Cadmio.

Las concentraciones fuerón: Plomo (2+)=0,750±0,067 mg/L y Cadmio (2+) = 0,570±0,071 mg/L, sobrepasando los LMP (límite máximo permisible), fijados por las normas nacionales (Decreto 4728/2010) e internacionales válidos para aguas residuales. La verificación de los resultados fue mediante el método de referencia espectrofotometría de absorción atómica, generando un nivel de confianza del 95 por ciento.

Así mismo el artículo de investigación titulada “Use of agro-waste (*Musa paradisiaca* peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water” (2017, p. 52). Este estudio cuyo objetivo fue la eliminación de iones de metales pesados de agua contaminada. El uso de residuos agrícolas se realizó con exfoliaciones *Musa paradisiaca* como adsorbente de prueba. Se llevó a cabo agregando cantidades conocidas de iones de plomo (II) e iones de cadmio (II) cada uno y respectivamente en un volumen específico de agua y agregando una dosis específica del adsorbente de prueba a la solución de iones de metales pesados, y la mezcla fue agitado durante un período específico de tiempo y luego se determinó la concentración del ión metálico restante en la solución con el espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 2380.

Se consideraron el efecto del tiempo de contacto, la concentración de adsorbato inicial, la dosis de adsorbente, el pH y la temperatura. A partir del efecto de los resultados del tiempo de contacto, la concentración de equilibrio se estableció en 60 minutos. El porcentaje de remoción de estos iones metálicos estudiados, fue superior al 90%.

La adsorción y el porcentaje de eliminación de plomo (2+) y Cadmio (2+) de las soluciones acuosas se vieron afectados por el cambio en la concentración inicial de iones metálicosla

dosis de adsorbente, el pH y la temperatura. Los estudios de isoterma de adsorción corroboraron la adsorción de iones metálicos con buenos ajustes matemáticos en las isotermas de sorción de Langmuir y Freundlich.

En alusión a las teorías relacionadas al tema tenemos lo siguiente:

El cadmio es un metal perteneciente al grupo (IIB) de la tabla periódica que posee número atómico 48 y masa atómica 112.41. Estado de oxidación de casi todos los compuestos de cadmio son +2, aunque se han informado algunos compuestos en que es + 1. El cadmio es considerado como un metal del siglo XX ya que ha sido refinado y utilizado recientemente. Las principales aplicaciones del cadmio como pigmentos utilizados en esmaltes, plásticos, pinturas, vidrios, textiles, etc. Así mismo para la elaboración de baterías de níquel-cadmio, estabilizador de termoplásticos de polivinilo (PVC) contra el calor y la luz; revestimientos de ingeniería en acero y metales no ferrosos (World Health Organization, 1993, p. 155).

El cadmio es emitido al agua, suelo, y aire mediante refinación y extracción de metales no ferrosos, elaboración y empleo de fertilizantes fosfatados, combustión de combustibles fósiles e incineración y eliminación de desechos. Este elemento suele almacenarse en cuerpos acuáticos y cultivos agrícolas. Las estructuras solubles se trasladan al agua. Las formas insolubles de cadmio son inmóviles depositándose y adsorbiéndose en los sedimentos. (Agencia de Protección Ambiental)

En cuanto a las manifestaciones clínicas de la exposición al cadmio dependen al tiempo, modo y dosis de dicha exposición, debido a la inhalación e ingestión, respectivamente.

Entre los efectos en la salud se presenta enfisema pulmonar, anemia, alteraciones hepáticas, insuficiencia renal, cáncer de pulmón; es decir el cadmio causa daños directamente a los huesos, riñones, y pulmones. Las poblaciones más vulnerables son personas con deficiencias nutricionales, mujeres, fetos, niños con bajas reservas corporales de hierro o trastornos renales, (Pérez y Azcona, 2012, p. 201)

Además de la salud humana, los metales tóxicos son dañinos para otras formas de vida. Los iones metálicos se bioacumulan en el ambiente y se magnifican a lo largo de la cadena alimenticia, El elemento Cd se acumula en organismos acuáticos a través de la exposición dietética o acuosa. (Lindholm, 2019, p. 4953).

Las aguas superficiales son la principal fuente de abastecimiento hídrico por lo que están vulnerables a las agresiones contaminantes, al ser un medio receptor de los vertidos de aguas usadas.

En el agua superficial, el cadmio ingresa al medio acuático como resultado de la escorrentía de procesos industriales, de modo que, en los ríos contaminados se pueden encontrar altas concentraciones en sedimentos del fondo.

En cuanto a la densidad de cadmio disuelto en aguas superficiales del océano abierto es menor que 0,005 mg / L (WHO, 1993, p. 173).

En consecuencia, estas industrias al arrojar sus efluentes a cuerpos de aguas superficiales sin ningún tratamiento previo, han hecho que aumente su concentración sobrepasando los límites máximos permisibles ocasionando la contaminación de las aguas.

El plátano (*Musa paradisiaca*) es una planta procedente de Asia y es el cuarto cultivo más significativo del mundo, seguida del arroz, trigo y maíz. De manera que es un producto fundamental y de exportación, además es la dieta diaria principal de los habitantes de países tropicales y subtropicales, ya que poseen vitaminas, carbohidratos y minerales, asimismo tiene propiedades medicinales. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2014, p. 8)

En el Perú la producción de plátano llegó a 182.000 toneladas, aumentando en 14,65%. Entre los departamentos que recalcaron por su mayor producción fueron Ucayali (11,67%), San Martín (13,19%), Loreto (1,55%) y Piura (84,73%); juntos suman el 57,5% a la producción total. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, párr. 6).

El raquis de *Musa paradisiaca* es un residuo de cosecha subutilizado y poco aprovechado, el cual se distribuye de manera dispersa en los puntos de cosecha de sembradío (MINAGRI, 2014, párr. 2).

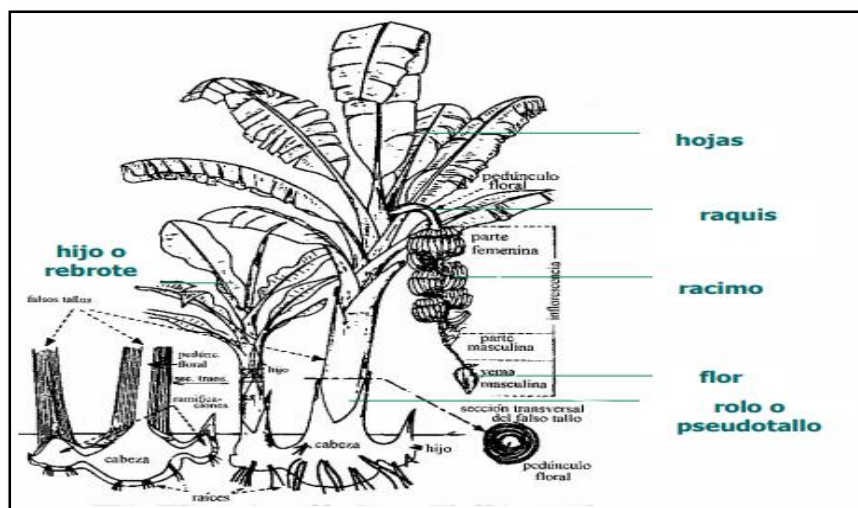


Figura 01. Estructura de la planta del plátano.

Así mismo es un residuo que se almacena en los mercados dedicados a la venta de productos agrícolas y que puede llegar a ser un elemento contaminante del ambiente si no se acondiciona adecuadamente.

Al ser aprovechado solo una parte de la planta que es el fruto, quedan residuos como el pseudotallo, hojas, cáscara del fruto y raquis. Estos residuos son ricos en celulosa y pueden ser utilizados para la obtención de las mismas. (González, Reyes, Gutiérrez, Pacheco, 2016, p. 302)

Residuo	% celulosa	% hemicelulosa	% Lignina	Referencias
Raquis	31	31.7	7.4	Oliveira et al, 2007; citado en Mohopatra et al, 2010
Raquis	38.13	36.74	13.09	Turrado et al., 2009
Raquis	30.60	15.7	9.85	Paredes D., 2010
Raquis	32.6	20.71	14.72	Guarnizo et al, 2011
Raquis	8.3	21.23	19.06	Sugumaran et al, 2012

Figura 02. Componentes del banano.

Fuente: Constituyentes del banano. (Carchi, 2014)

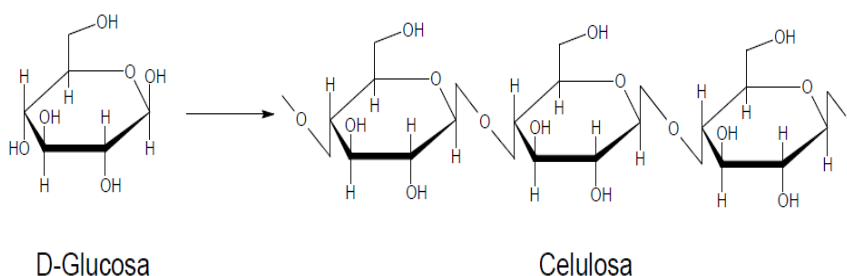


Las paredes celulares primarias contienen un 10-20% de celulosa, las paredes celulares secundarias hasta un 50% y solo las paredes especializadas, como las fibras de algodón, contienen hasta un 98% de celulosa. (Espitia, 2010, p. 4)

El uso de la celulosa ha sido una de las más aplicadas en diferentes campos de la industria, que van desde la producción de papel hasta la elaboración de materiales poliméricos totalmente biodegradables. (Pinos y Braulio, 2018, p. 46)

La Celulosa es un elemento fibroso, resistente, insoluble en el agua, que se hallan en las paredes celulares protectoras de las plantas, especialmente en troncos, tallos y en todas las partes leñosas de las plantas, posee alto peso molecular renovable y biodegradable. La celulosa también está presente en bacterias, hongos y algas. (Criollo, 2018, p. 16)

La composición química de la celulosa, constituido de unidades de D-glucosa conectados por uniones de 1,4'-6-D-glicosídicas. Este homopolisacárido lineal muestra un ordenamiento en el que sus oxidrilos originan fuertes uniones intramoleculares alcanzando propiedades cristalinas (Espitia, 2010, p. 5).



*Figura 03.* Estructura de la celulosa.

Para el proceso de obtención de la celulosa es necesario separar la lignina, y la hemicelulosa y para ello es necesario blanquear las fibras, usando reactivos como el hidróxido de sodio, peróxido de hidrógeno, hidróxido de potasio, hipoclorito de sodio, clorito de sodio. (Fuentes, 2018, p. 7)

Hidróxido de Sodio, con fórmula química (NaOH), es un sólido transparente, sin ningún olor y de coloración blanco que absorbe de manera rápida el dióxido de carbono y humedad del aire, el cual proviene el nombre de sosa caustica que mayormente se conoce en la industria, y es utilizado para separar la lignina de la celulosa (Zambrano, 2018, p. 13).

En la actualidad existen muchos métodos para tratar el recurso hídrico contaminado, pero constantemente se busca un método económico y amigable con el ambiente y la adsorción es uno de ellos. (Tajiri et al, 2011, p. 48) afirma:

La adsorción es un proceso que se utiliza para el tratamiento del agua y lo define como un fenómeno físico - químico, mediante el cual, un cuerpo adsorbente puesto en contacto con una solución, es capaz de atrapar en su superficie moléculas de ciertos compuestos de dicha solución. El material que se encuentra en la superficie se llama adsorbato y el material que adsorbe se le nombra adsorbente.

Por lo tanto la adsorción es una opción para remediar aguas contaminadas por metales pesados, puesto que es de fácil ampliación y bajo costo (Revista Luna Azul, 2014, p. 125).

En estudios anteriores se ha sugerido el uso de biopolímeros como una posible herramienta de intervención para la eliminación de metales, ya que son seguros, biodegradables y pueden regenerarse. La celulosa, el más abundante de todos los biopolímeros, se ha estudiado intensamente en las últimas dos décadas para su aplicación en la eliminación de metales pesados tóxicos del medio ambiente. (Musyoka, Ngila, Moodley, Kindness, Petrik y Greyling, 2011, p. 923)

Así mismo en la Optimización de los parámetros de adsorción tenemos a los principales factores que incluyen tales como: la concentración inicial del metal, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto y la concentración de la biomasa.

Según HACH COMPANY (2000, p. 29), la medición de pH es de suma importancia, ya que es utilizada para los análisis de la calidad del agua. Asimismo afirma que el pH interviene en las concentraciones de equilibrio de varios compuestos en agua, por lo que el control y la medición de pH son considerados en la depuración del agua, para el tratamiento de aguas residuales, producción de alimentos, entre otros.

El potencial de hidrógeno (pH) Indica el nivel de acidez o basicidad. La escala de valores de 0 a 14. Si disminuye el pH del agua, se hace más ácida y si aumenta se hace más básica y si es neutro el valor del pH es 7. El coagulante tiene un rango estable de pH dentro del cual su acción es más eficiente, razón por la cual es fundamental saber el pH del agua antes de ser sometida a una coagulación, lo que concederá entender si es necesario llevar a cabo ajustes de pH. (Barajas y León, 2015, p. 26)

El pH para la adsorción óptima se estableció al someter el material a 100 ppm de soluciones de iones metálicos a pH 2, 4, 6 y 8. Se observó que la eliminación de Cd y Pb disminuía después de un pH superior a 6 y 5,8, respectivamente. (Musyoka *et al*, 2014, p. 925)

Así mismo Inga (2012, p. 62) en su investigación, establece el pH óptimo utilizando biosorbente natural fue a 8.0 usando biosorbente modificado fue 6.0 que representan un 90% de retención de cadmio.

La Prueba de Jarras es una técnica que se basa en un conjunto de vasos de precipitado en los que, a un volumen de agua contenida en los vasos, se adicionan distintas dosis de coagulante y se realizan las mezclas rápida y lenta por medio de un conjunto de paletas que componen el agitador múltiple, con las que se consiguen condiciones hidráulicas parecidos en todas las muestras. (Barajas y León, 2015, p.24)

Los métodos para determinar cadmio en el agua son diversos, entre ellos está el Método Dithizone, como señala (American Public Health Association [APHA], 1992, P. 55), los iones de Cadmio responden con dithizone formando un color rosado a rojo que se puede extraer con cloroformo (CHCL). Los extractos de cloroformo se calculan fotométricamente y la concentración de cadmio se consigue a partir de una curva de calibración preparada a partir de una solución de cadmio estándar tratada de la misma forma que la muestra. En el agua, las concentraciones de iones metálicos que se encuentran, no interfieren. El procedimiento es llevar hasta 6 mg. zinc hasta 3 mg. y el cobre hasta 1 mg en la porción analizada no interfiere. La iluminación no afecta el color del ditizonato de cadmio. Concentración mínima detectable: 0,5 ug Cd en un volumen final de aproximadamente 15 ml con una trayectoria de luz de 2 cm. El Equipo colorimétrico comprende lo siguiente: Espectrofotómetro, fotómetro de filtro, embudos de separación y cristalería.

Por otro lado según el laboratorio Dirección Nacional de Medio Ambiente (1990, P. 48001-1), menciona que el Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica por Llama es usado para determinar cadmio en agua y efluentes industriales en el rango de 0,025 a 3 mg/L. El contenido de cadmio se establece mediante una curva de calibración. Los reactivos que emplea son los siguientes: Ácido nítrico 65 %, ácido clorhídrico 37%, ácido sulfúrico, solución estándar de cadmio y agua destilada.

Por todo lo mencionado anteriormente, se ha propuesto la siguiente problemática ¿Cuál es la eficiencia del uso de celulosa obtenida a partir del raquis de *Musa paradisiaca* para la remoción de cadmio en aguas superficiales?

Es por esta razón que, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo remover cadmio de las aguas superficiales contaminadas, ya que se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves del mundo, debido a que muchas personas están expuestas al consumir agua contaminada, perjudicando su salud y bienestar.

Las tecnologías de tratamiento convencionales no son económicas, por lo que existe una necesidad urgente de desarrollar métodos más económicos para remover metales pesados de aguas superficiales y para ello se ha empleado residuos agrícolas como el raquis de *Musa paradisiaca* para obtener la celulosa, ya que, es el compuesto orgánico más numeroso y de gran importancia a nivel biológico e industrial.

En lo referente al aspecto ambiental, al aprovechar los materiales lignocelulósicos se logra un doble efecto: el beneficio ecológico al eliminar una fuente de polución y el económico, al proveer al material un valor agregado que ayudará a remover cadmio de las aguas superficiales.

En el aspecto social, el presente trabajo de investigación va a prevenir daños en la salud humana, ya que el cadmio es un metal muy tóxico al tener efectos acumulativos y causar daño a los órganos vitales como el riñón y al sistema óseo.

En lo concerniente al aspecto económico será una buena opción al ser un método bajo en costos ya que se utilizarán residuos agrícolas de fácil adquisición y de mayor producción en el país.

Por otro lado se plantea las siguientes hipótesis:

**H1:** la celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca* es eficiente para remoción de cadmio en aguas superficiales.

**H0:** la celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca* no es eficiente para remoción de cadmio en aguas superficiales.

Teniendo como objetivo general: Determinar la eficiencia de la celulosa obtenida a partir del raquis de *Musa paradisiaca* para remoción de cadmio en aguas superficiales.

Para lograr el objetivo general, es indispensable desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Extraer la celulosa a partir de raquis de *Musa paradisiaca*.
- Determinar la concentración de cadmio presente en aguas superficiales.
- Determinar el porcentaje de remoción de Cadmio presente en agua después de la aplicación de la celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca*.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto de investigación es de:

- **Tipo:** experimental
- **Diseño:** cuasi experimental.

### 2.2. Variables, operacionalización

Las variables presentes en este proyecto de investigación son:

- **Variable independiente**  
VI: Dosis de celulosa
- **Variable dependiente**  
VD: Remoción de cadmio

### 2.3. Población , muestra y muestreo

#### 2.3.1. Población

La población de este proyecto de investigación son todas las aguas superficiales contaminadas con cadmio procedentes de la cuenca del río Chancay - Lambayeque.

#### 2.3.2. Muestra

Está comprendida por 20 litros de agua superficial contaminada con cadmio procedentes de la quebrada Colorada.

#### 2.3.3. Muestreo

No probabilístico - por conveniencia

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### Técnicas de recolección de datos:

La elaboración del presente trabajo de investigación se basó de la siguiente manera:

#### 2.4.1. Técnica de campo

Se identificó el punto de muestreo para la recolección de la muestra, para ello fue necesario el uso de una cámara fotográfica y libreta de campo.

## 2.4.2. Técnica de muestreo

Las muestras se recolectaron de la quebrada la colorada, ubicado en la carretera a Chugur, en el departamento de Cajamarca. Se recepcionó 20 litros de agua superficial en un recipiente estéril con capacidad de 20 litros, para su posterior análisis con los parámetros apropiados. Para la toma de muestra, fue necesario el uso de implementos tales como guardapolvo, guantes y zapatos cerrado.

### 2.4.2.1. Identificación del sistema

#### Ubicación

La quebrada Colorada está ubicado en el Paraje Sinchao, distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca,



Figura 04. Sitio de estudio.

## 2.4.3. Técnicas de laboratorio

Técnicas de análisis físicos y químicos del agua

### 2.4.3.1. Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

Utiliza el método electrométrico, el cual reside en el registro potenciométrico de actividades originadas por los iones hidrógeno y usa un electrodo de referencia y de vidrio o también un electrodo combinado, a la vez cuenta con un medidor metálico de temperatura. Este método se puede emplear en aguas residuales, potables, industriales, superficiales, salinas y hasta en lluvias acidas. El análisis puede ser realizado en campo como en el laboratorio. En caso de realizar los análisis en

laboratorio la medición debe ser antes de 2 horas de recolectada la muestra. (Laboratorio de DINAMA, 1996, p. 10301-1)

#### **2.4.3.2. Método de Prueba de jarras**

Según DEDAPAL (2000), define este método como una representación de los procesos de Coagulación y floculación, teniendo como objetivo la selección del coagulante, pH óptimo, tiempos de mezcla, eficiencia de remoción etc., realizados a nivel de laboratorio que permite conseguir agua de buena calidad, de fácil separación por decantación.

#### **2.4.3.3. Método de Espectrofotometría de Adsorción Atómica por Llama**

Método utilizado para determinar los niveles de concentración de cadmio presente en aguas e influentes industriales en el rango de 0,025 a 3 mg/L, aunque es posible determinar concentraciones mayores o menores según el equipo empleado. El contenido de cadmio es determinado mediante la curva de distribución.

Las muestras son recolectadas en frasco de polietileno de alta densidad de 1litro con tapa hermética. El pH ajustado a < 2 con ácido nítrico. (Laboratorio de DINAMA, 1996)

#### **2.4.4. Método para la determinación de la celulosa.**

Para la determinación de la celulosa se aplica el método **TAPPI T-212**

La fórmula se manifiesta de la siguiente forma:

$$\% \text{ Celulosa} = (PMf \times 100) / PMo$$

Dónde:

PMo = Es el peso de la muestra antes del tratamiento y secado (g)

PMf = Es el peso de la muestra después del tratamiento y secado (g)

#### **2.4.5. Instrumentos , Materiales y Equipos de recolección de datos:**

##### **2.4.5.1. Materiales de campo**

- Guantes
- Guardapolvo



- Cofia
- Mascarilla
- Galoneras estériles
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Cooler

#### **2.4.5.2. *Materiales de laboratorio***

- Vasos de precipitación 100ml, 250ml, 500ml
- Probeta 10ml, 25ml, 100ml
- Balón volumétrico de 25ml, 50ml, 100ml, 250ml, 500ml, 1000ml
- Varilla de agitación
- Recipientes para muestra
- Pinzas
- Crisoles
- Lunas de reloj
- Molino
- Papel filtro
- Mortero

#### **2.4.5.3. *Equipos***

- Balanza analítica
- pH-metro
- Desecador
- Estufa
- Espectrofotómetro de adsorción atómica
- Prueba de jarra
- Termómetro
- Balanza
- Molino
- Plancha de calentamiento
- Conductímetro
- Agitador magnético
- Equipo de filtración

#### 2.4.5.4. Reactivos

- Nitrato de cadmio
- Ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) 97%
- Ácido clorhídrico (HCl) 1M
- Hipoclorito de sodio (NaClO) 0.5 % y 3.5 %
- Hidróxido de sodio (NaOH) 20% y 10 %
- Ácido acético.

#### 2.4.6. Validez y confiabilidad

La obtención de la celulosa de raquis de *Musa paradisiaca* fue realizada en el de Biotecnología de la Universidad César Vallejo Filial - Chiclayo. La determinación de la concentración de cadmio antes y después del tratamiento se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A. en la ciudad de Trujillo.

### 2.5. Procedimientos

#### 2.5.1. Preparación del raquis de la *Musa paradisiaca* para la obtención de celulosa.

##### 2.5.1.1. Tratamiento físico

El raquis de *Musa paradisiaca*, fue troceado, lavado con agua destilada, luego se colocó en la estufa a 105°C y 60°C respectivamente, por 12 horas. Una vez seco, las muestras fueron trituradas con la ayuda de un molino, para luego pasarlos por un tamiz de 250 µm.

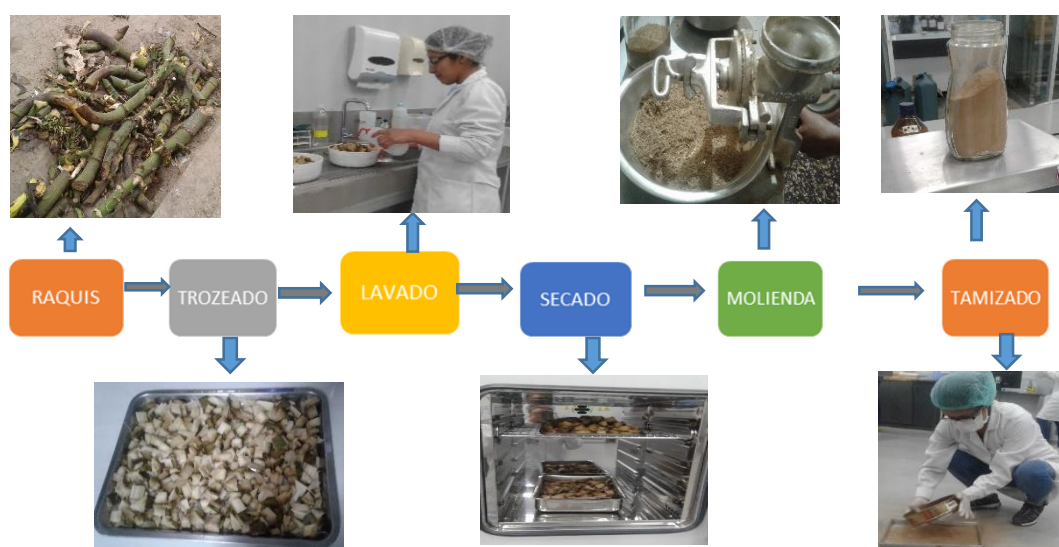


Figura 05. Flujograma de obtención de raquis puro.

### ***2.5.1.2.Tratamiento Químico***

Para la obtención de la celulosa, se tomó 149 gramos de la muestra 1 y 121 gramos de la muestra 2, los cuales fueron sometidos a la hidrólisis ácida, el cual consistió en adicionar hidróxido de sodio (NaOH) al 10 % por 2 horas a 80 °C en la plancha magnética con agitación constante, luego fue lavado con agua destilada hasta obtener un pH neutro, secado en la estufa a 65°C por 4 horas, así mismo se adiciono ácido clorhídrico (HCL) 1M por 2 horas a 80°C en el calentador, además fue lavado hasta obtener un pH neutro y posteriormente se hizo una cloración con hipoclorito de sodio (NaClO) a 3.5 % por 1 hora a 50°C en baño maría con agitación constante hasta lograr un pH de 9.2, igualmente fue lavado hasta obtener un pH neutro, se realizó una extracción alcalina con hidróxido de sodio(NaOH) al 20% por 1 hora a 90°C y por último se realizó el blanqueamiento con hipoclorito de sodio(NaClO) al 0.5 % por 1 hora a 70°C en baño maría, asimismo se procedió a lavar con agua destilada caliente hasta pH neutro, se filtró y se secó a 60°C por 12 horas. Las muestras fueron almacenadas en frascos de vidrio con tapa hermética en el desecador hasta su posterior uso.

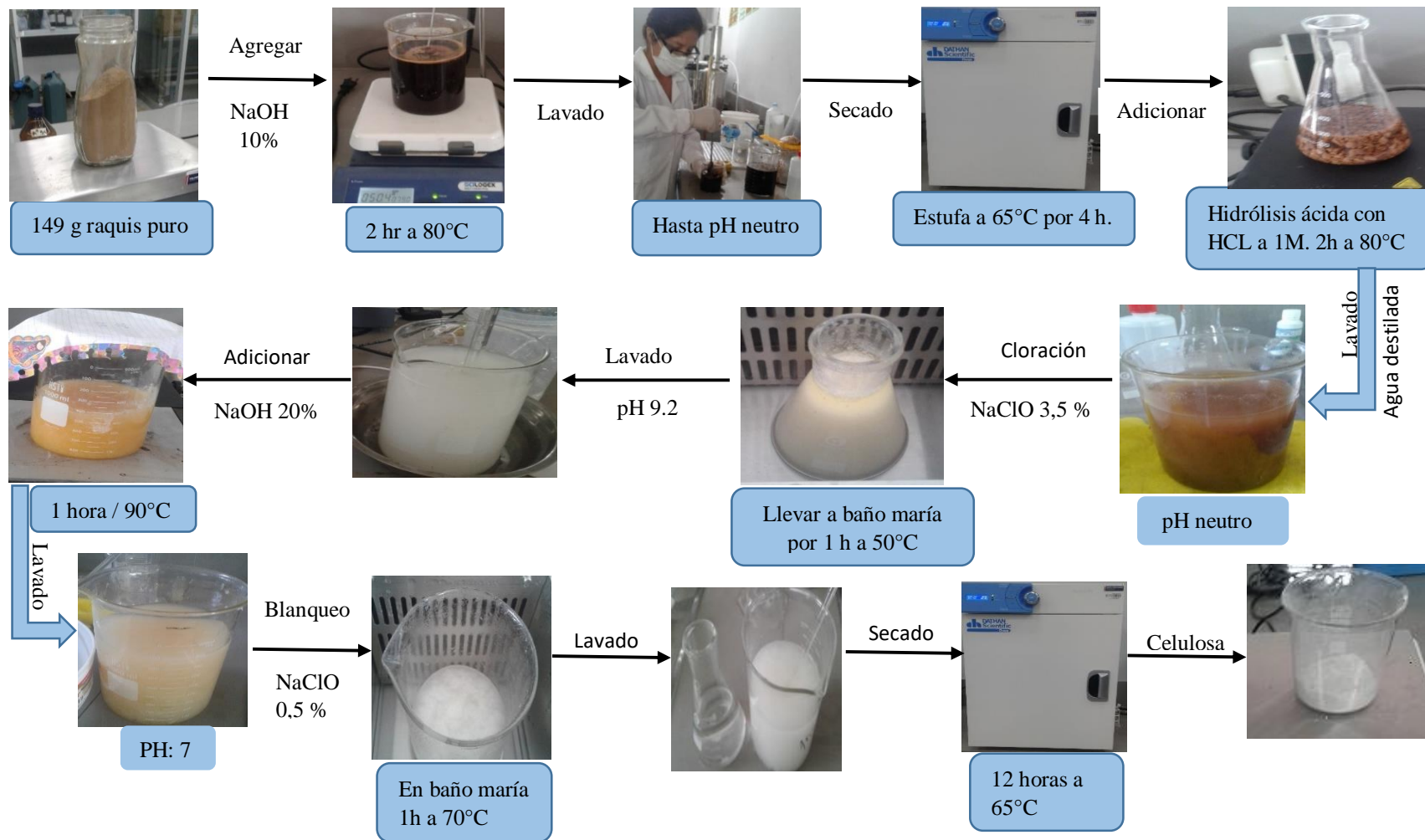


Figura 06. Flujoograma del proceso de obtención de celulosa.

### **2.5.2. Determinación de celulosa**

Para determinar la celulosa se procede a pesar 1 gramo de celulosa, al cual se le adiciona 5 ml de ácido acético al 10%, se deja reposar por 3 minutos para luego lavar con 50 ml de agua destilada, posterior es filtrada, llevada a la estufa a 75 °C por 24 horas, se deja en el desecador hasta su enfriamiento, para luego pesar en una balanza analítica y realizar los cálculos correspondientes. (Paladines y Ticono, 2019, p. 21)

### **2.5.3. Determinación de pH**

Se empleó este método durante todo el proceso de obtención de celulosa para determinar la neutralización de las muestras.

Asimismo fue utilizado para regular el pH de las muestras de agua a tratar a los valores deseados como 5, 6,7.5 y 8.5 y para ello fue necesario la adición del HCL para bajar los valores de pH y NaOH para subir.

Se trabajó con el equipo de conductímetro de mesa, marca HANNA instruments, modelo HI5521.

### **2.5.4. Prueba de Jarras**

Este método se utilizó para determinar las diferentes dosis de celulosa extraída de raquis de *Musa paradisiaca*, y ver la eficiencia de remoción del cadmio. Antes de la realización del método fue necesario adicionar a las jarras 700 ml de agua enriquecida con el analito que contenían concentraciones de 1.1008 mg/L de cadmio y se añadió una dosis específica de celulosa (0.25, 0.5 y 1 gramo) y que fueron llevados a diferentes pH, La mezcla fue agitada a 200 rpm, con un tiempo de contacto de 30 minutos.

Se empleó la prueba de jarra marca PHIPPS & BIRD, el procedimiento se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo filial – Chiclayo.



#### **2.5.5. Determinación de la concentración de cadmio en el agua**

La espectrometría de absorción atómica de llama. Método directo de llama de aire acetileno fue utilizado para determinar la concentración de cadmio

Las muestras de agua fueron enriquecidas con el analito, debido a que los análisis arrojaron un valor de 0.001 inferior al límite máximo permisible (LMT) según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Luego fueron preparadas y tratadas con ácido nítrico para bajar el pH, dando resultado un pH menor o igual a 2.0 para darle durabilidad a la muestra por 30 días.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A en la Ciudad de Trujillo.

#### **2.6. Métodos de análisis de datos.**

Para el análisis e interpretación de los datos cuantitativos obtenidos, se realizó mediante el programa de cálculo de Excel.

#### **2.7. Aspectos éticos**

La información recolectada procede de fuentes confiables, se ha respeta la propiedad intelectual de las investigaciones similares citándolas correctamente. En relación a la confidencialidad y reserva de los datos, fueron considerados datos confiables.

### III. RESULTADOS

En este capítulo se va a dar a conocer los resultados de los procesos de obtención de celulosa y su aplicación en el tratamiento del agua contaminada con cadmio realizados en el laboratorio.

#### 3.1. Rendimiento del raquis de *Musa paradisiaca*

3.1.1. Determinación del rendimiento de los raquis recolectados del Mercado Mayorista Moshoqueque para la extracción de la celulosa.

**Tabla 01.** Rendimiento del raquis de *Musa paradisiaca*.

Peso raquis recolectado (kg)	Peso raquis seco(kg)	Peso raquis tamizado (kg)	Temp. (°C)	tiempo (h)	RENDIMIENTO $\frac{\text{peso raquis tamizado}}{\text{peso raquis recolectado}} \times 100$
5.885	0.398	0.149	105	12	2.53%
3.249	1.398	0.121	60	12	3.72%

De 5.885 kg de raquis recolectado fue llevado a una temperatura de 105°C donde se obtuvo 0.398 kg de raquis seco, dando un total de 0.149 kg de raquis tamizado con un rendimiento del 2.53% y de 3.249 kg que fue llevado a 60°C, se obtuvo 1.398 kg de raquis seco y un total 0.121 kg de raquis tamizado con un rendimiento de 3.72%. Al final estas dos muestras fueron mezcladas.

#### 3.1.2. Determinación de celulosa

**Tabla 02.** Determinación de celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca*.

Material	P. Inicial(g)	P. Final(g)	% celulosa
M1	1.0003	0.9194	92 %
M2	1.0002	0.9699	97 %



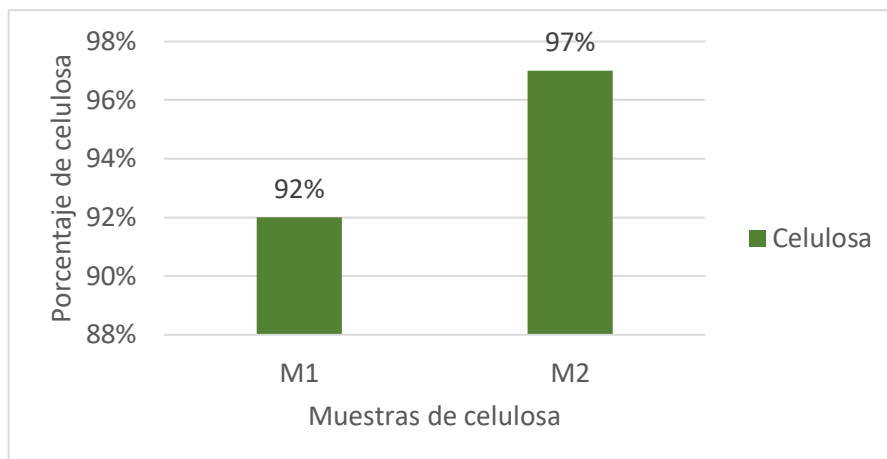


Figura 08. Determinación de celulosa obtenida de *Musa paradisiaca*.

Como se observa en la figura 8, se obtuvo un 92 % y 97 % de celulosa a partir de raquis de *Musa paradisiaca* después de la hidrólisis ácida.

### 3.2. Resultados analíticas de la concentración inicial del cadmio en el agua

El agua precedente de la quebrada Colorada arrojó una concentración inicial de 0.001 mg Cd/L, muy debajo de los límites máximos permisibles según ECA aguas, por lo que se procedió a enriquecer con el analito y que al final arrojó una concentración de 1.1008 mg Cd/L. Las muestras fueron preservadas con 1 ml/L de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), obteniendo un pH de 1.5.

### 3.3. Resultados analíticos de los tratamientos con celulosa obtenida del raquis de *Musa paradisiaca*.

Tabla 03. Dosis de celulosa a pH 5.

PH 5	
Dosis de celulosa(g)	mg Cd/L
0	1.1008
0.25	1.0145
0.5	1.01
1	0.9204

Fuente: Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A

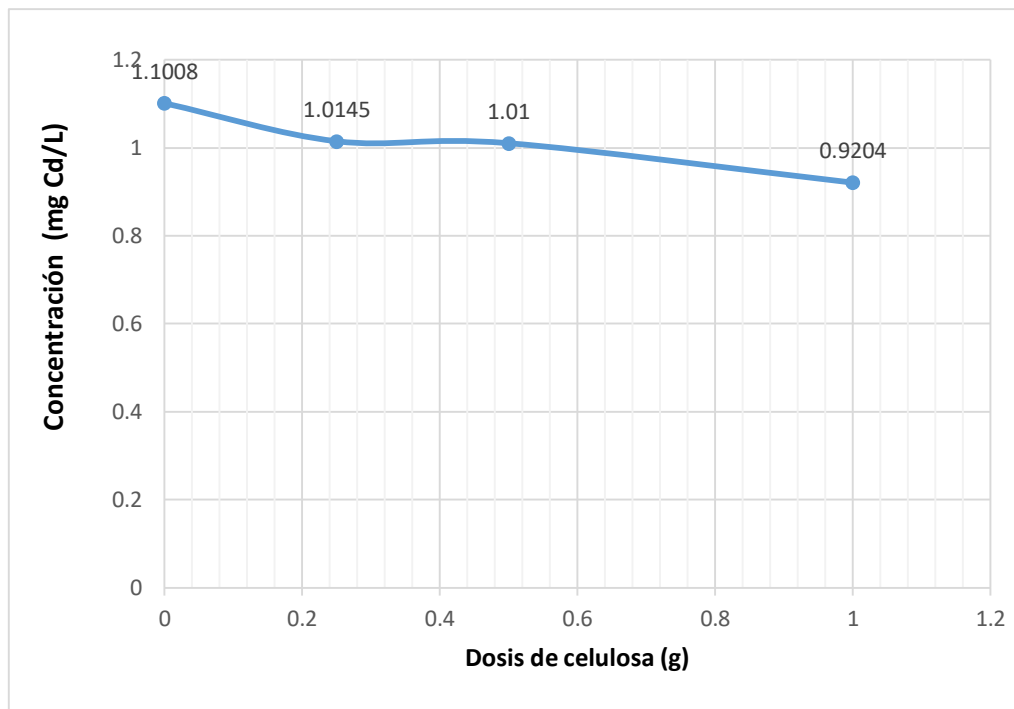


Figura 09. Dosis de celulosa a pH 5.

En la figura 9, se visualiza que a un pH 5, las dosis menores de 0.25 g y 0.5 g no disminuyen la concentración de Cd, dando como resultado 1.0145 mg/L Cd y 1.01 mg/L Cd respectivamente, en comparación de 1 g. con un resultado de 0.9204 mg/L Cd.

**Tabla 04.** Dosis de celulosa a pH 6

pH 6	
Dosis de celulosa	mg Cd/L
0	1.1008
0.25 g	0.999
0.5 g	0.9988
1 g	0.8463

Fuente: Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A

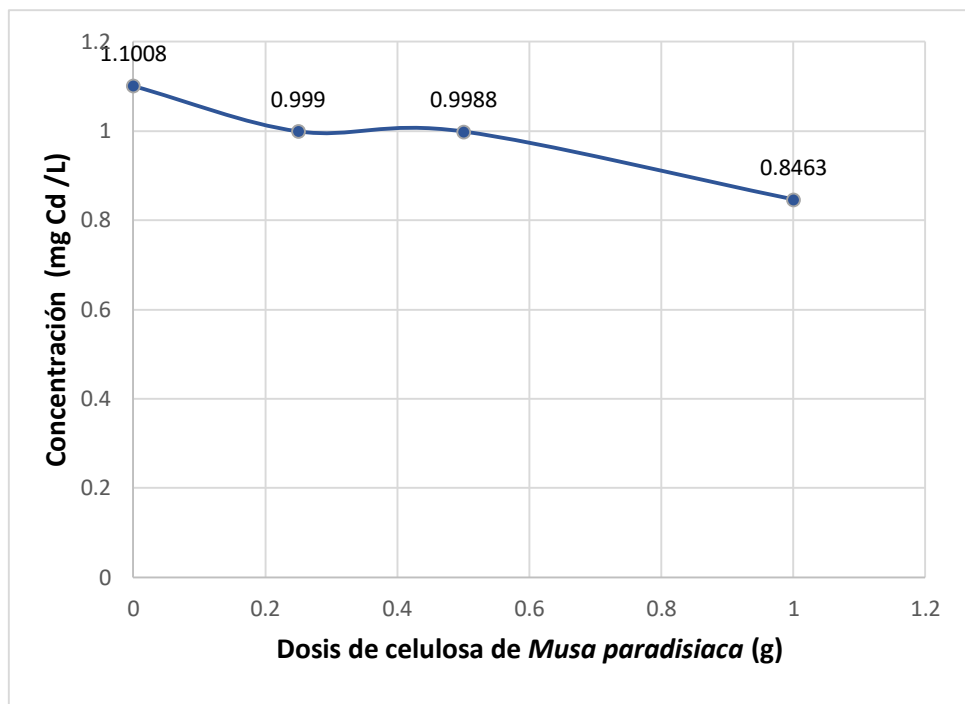


Figura 10. Dosis de celulosa a pH 6.

Como se muestra en la figura 10, en pH 6 con las dosis de 0.25 y 0.5 gramos se observa que no hay variación en cuanto a la disminución de la concentración de Cd, pero en la dosis de 1 gramo se aprecia una disminución de 0.8463 mg/L Cd.

Tabla 05. Dosis de celulosa a pH 7.5

pH 7.5	
Dosis de celulosa	mg Cd /L)
0	1.1008
0.1 g	0.9575
0.25 g	0.7811
0.50 g	0.6769
1 g	0.6926

Fuente: Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A

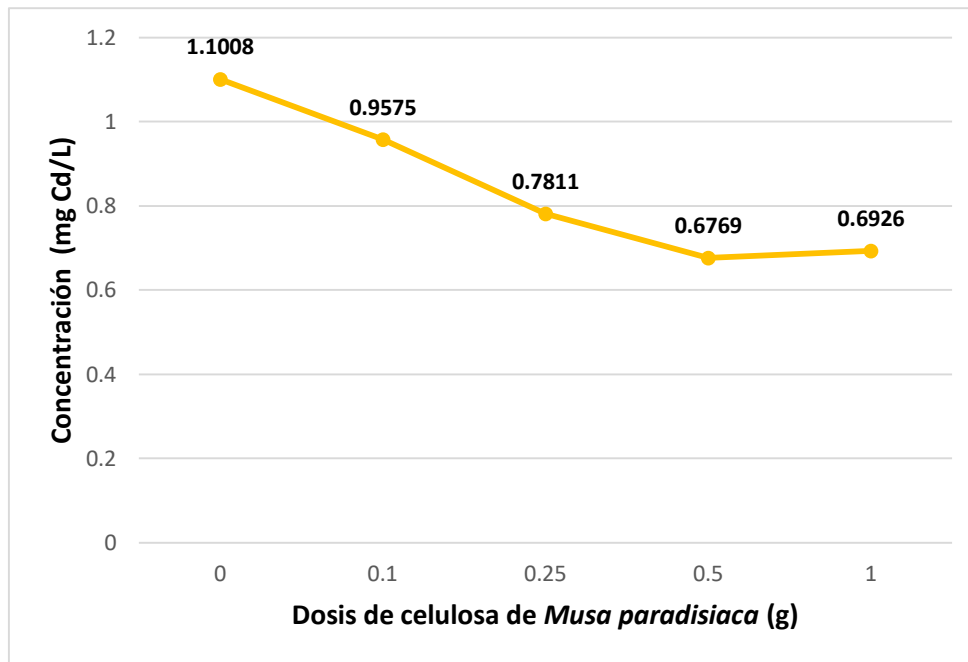


Figura 11. Dosis de celulosa a pH 7.5.

La figura 11, muestra las dosis de celulosa aplicadas al tratamiento del agua a un pH 7.5.

La dosis de 0.5 disminuyó la concentración inicial a 0,6769 mg Cd/L y la dosis de 1 gramo disminuyó a 0.6926 mg Cd/L.

**Tabla 06. Dosis de celulosa a pH 8.5**

<b>pH 8.5</b>	
<b>Dosis de celulosa</b>	<b>mg Cd /L)</b>
<b>0</b>	<b>1.1008</b>
<b>0.25 g</b>	0.7314
<b>0.5 g</b>	0.4989
<b>1 g</b>	0.482

Fuente: Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A

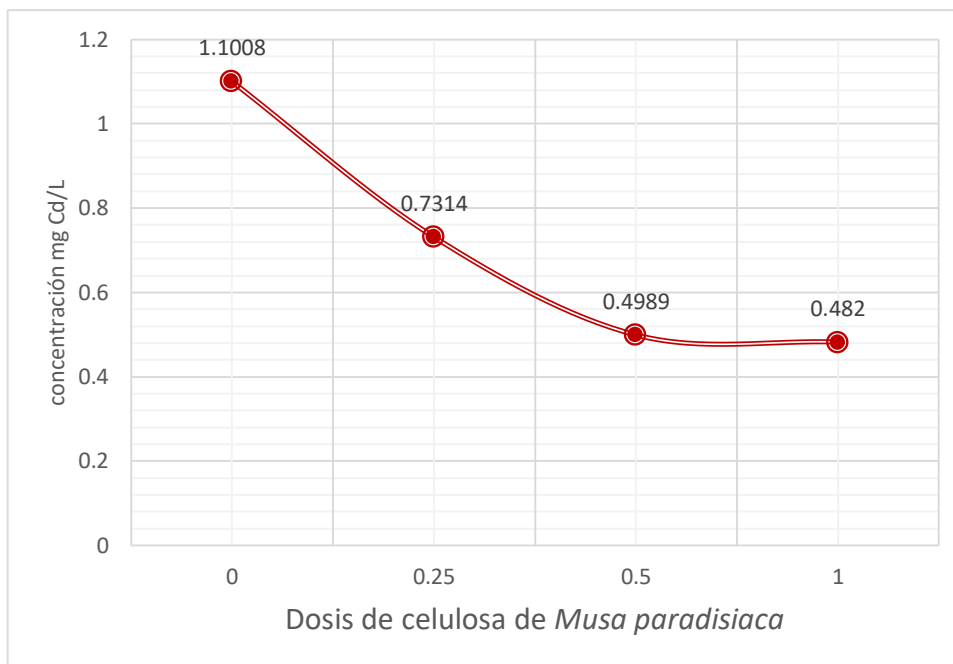


Figura 12. Dosis de celulosa a pH 8.5.

En la figura 12, se visualiza los resultados de los tratamientos a diferentes dosis de celulosa con pH 8.5. Con las dosis de 0.5 y 1 gramo hay una disminución de la concentración a 0.4989 y 0.482 mg Cd /L respectivamente.

**Tabla 07.** Dosis de celulosa a diferentes pH

DOSIS	pH 5	pH 6	pH 7.5	pH 8.5
<b>0.25</b>	1.0145	0.999	0.7811	0.7314
<b>0.5</b>	1.01	0.9988	0.6769	0.4989
<b>1</b>	0.9204	0.8463	0.69926	0.482

Fuente: Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A

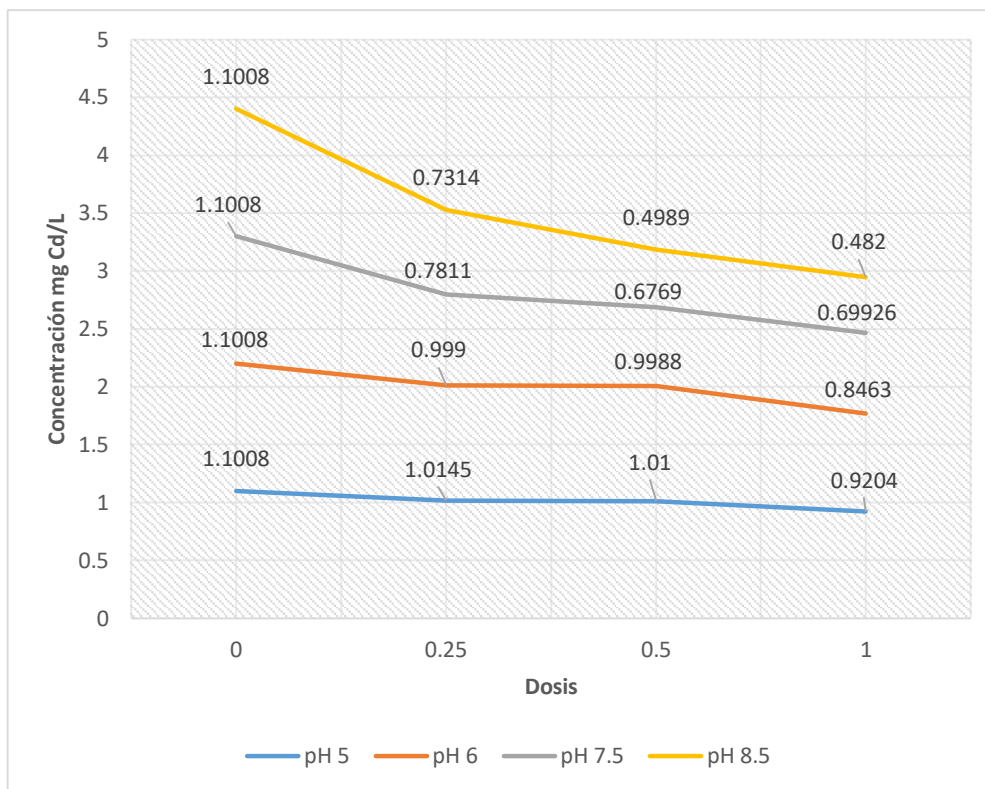


Figura 13. Dosis de celulosa a diferentes pH.

En la figura 13, se puede observar que se obtuvieron los mejores resultados en la adsorción de Cd a un pH 8.5 con 1 gramo de celulosa, logrando una disminución de la concentración del cadmio a 0.482 mg/L.

### 3.4. Eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de *Musa paradisiaca* en el tratamiento del agua.

Tabla 08. Porcentajes de adsorción de cadmio a dosis y pH diferentes.

Porcentaje de adsorción de (cd) con celulosa obtenida a partir de <i>Musa paradisiaca</i>					
Adsorbente	pH	Dosis	Concentración inicial mg/L	Concentración final mg/L	Remoción (%)
Celulosa de raquis	5	0.25 g	1.1008	1.0145	8%
	5	0.50 g	1.1008	1.01	8%
	5	1 g	1.1008	0.9204	16%
	6	0.25 g	1.1008	0.999	9%
	6	0.50 g	1.1008	0.9984	9%
	6	1 g	1.1008	0.8463	23%

7.5	0.25 g	1.1008	0.7811	29%
7.5	0.50 g	1.1008	0.6769	39%
7.5	1 g	1.1008	0.6926	37%
8.5	0.25 g	1.1008	0.7314	34%
8.5	0.5 g	1.1008	0.4989	55%
8.	1 g	1.1008	0.482	56%

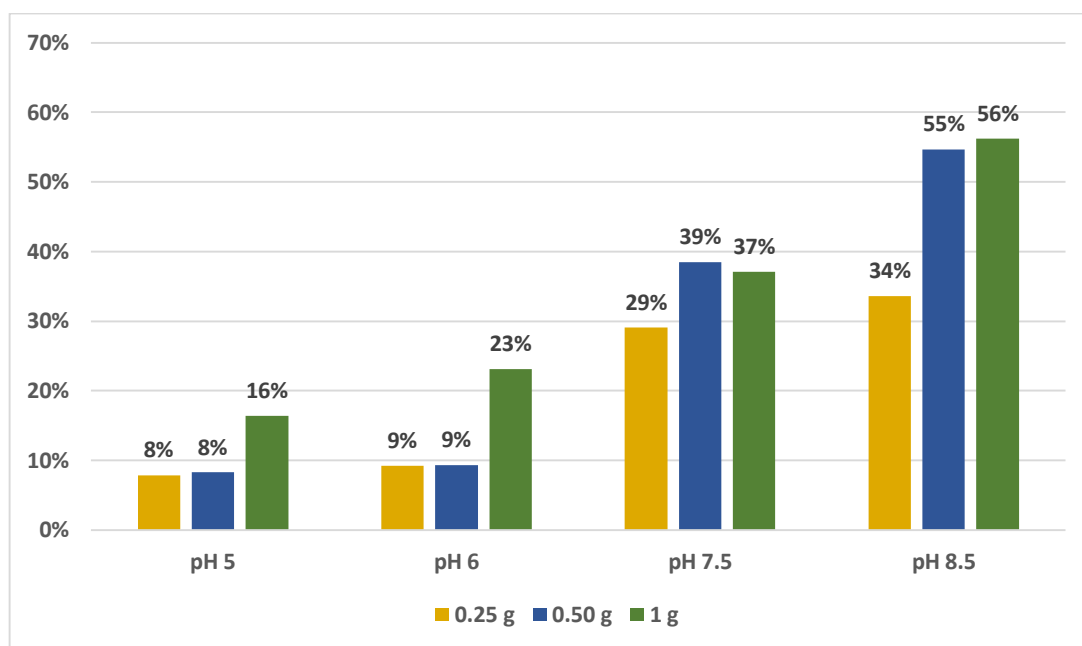


Figura 14. Porcentaje de remoción de la concentración de cadmio.

La figura 14, muestra la remoción de la concentración de cadmio, se visualiza que la mayor remoción se da con la dosis de 1 gramo de celulosa a un pH 8.5 con un 56 % remoción y así mismo la dosis de 0.5 g a un pH 7.5 obtuvo 55 % de remoción.

### 3.5. Contrastación de hipótesis

**H1:** la celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca* es eficiente para remoción de cadmio en aguas superficiales con un 56 % por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula **H0:** la celulosa obtenida de raquis de *Musa paradisiaca* no es eficiente para remoción de cadmio en aguas superficiales.

#### IV. DISCUSIÓN

Partiendo de los resultados alcanzados en esta investigación, se constata que la celulosa tiene la capacidad de adsorber cadmio de 1.1008 mg/L a 0.482 con 1 g de celulosa a pH 8.5, a un tiempo de contacto de 30 min y velocidad de agitación de 200 rpm/min logrando 56 % de eficiencia.

Según los resultados de Paladines y Ticono (2019, p. 32), donde trabajaron con pH 7.5 y dosis de 1 g obtuvieron mejores resultados con un 99.69 % remoción y sin embargo en el presente trabajo de investigación, la celulosa obtenida de raquis de plátano logro un 56 % de remoción debido a que ellos trabajaron con más parámetros como tiempo de contacto, agitación, temperatura. Estos resultados demuestran que los parámetros influyen en el proceso de adsorción.

En el trabajo de investigación de Nkechi y Chizaram (2017, p. 56), que trabajaron con pH 8 y dosis de 0.5 g consiguieron un 90% de remoción de cadmio y sin embargo en esta investigación se obtuvo un 55% de remoción a razón de que ellos tomaron parámetros como la temperatura y tiempo de contacto.



## V. CONCLUSIONES

1. Se consiguió obtener celulosa a partir de raquis de *Musa paradisiaca* con un total de 92% y 97 %, mediante la hidrólisis ácida. Una vez obtenida la celulosa fue dosificado a 0.25, 0.50 y 1 gramo y llevado a diferentes pH tales como: 5, 6, 7,5 y 8.5 para el tratamiento del agua enriquecida con cadmio.
2. La concentración inicial del agua procedente de la quebrada Colorada arrojó un valor de 0.001 mg/L cadmio, por lo que fue necesario enriquecer con el analito y los resultados del Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A ubicado en la ciudad de Trujillo, arrojaron un concentración de 1.1008 mg Cd/L, sobrepasando los 0.01 mg/L (LMP), de acuerdo a lo establecido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua.
3. Acorde a los análisis realizados en el laboratorio de Control de Calidad SEDALIB, se determinó que la dosis óptima en esta investigación fue de 1 gramo de celulosa a pH 8.5 adsorbió de 1.1008 mg/L a 0.482 mg/L.
4. Se determinó que la eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de *Musa paradisiaca*, con dosis de 0.5 y 1 gramo a pH 8.5 muestran una remoción de 55% y 56 % respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la extracción de la celulosa se realice de una sola muestra para evitar complicaciones durante el tratamiento de las mismas y la muestra sea uniforme.
2. Se sugiere realizar el tratamiento del agua a mayores dosis de celulosa y a pH alcalino para así poder verificar la adsorción de cadmio.
3. Se incita realizar más trabajos de investigación relacionado al objetivo de estudio, ya que se ha comprobado que la celulosa obtenida a partir del raquis de *Musa paradisiaca* es efectiva en la remoción de Cadmio.
4. Se recomienda realizar la extracción de la celulosa de otras fuentes tales como bacterias, hongos, algas.

## REFERENCIAS

PEÑA, Diana. “Remoción de Cd por *Musa cavendishii*, L.”. Tesis (Licenciatura en Ciencias Ambientales). México: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional, 2016.

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

PALADINES, Darwin F. y TINOCO, Bryan X. Obtención de celulosa a partir de raquis de banano aplicado a la remoción de plomo y cadmio en solución acuosa. Trabajo titulación (trabajo experimental). Machala: Universidad Técnica de Machala, 2019. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14097/1/T->

Bolio López, A [et al]. Whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano: obtención y caracterización. Revista Mexicana de Ingeniería Química [en línea], vol. 10, n.º 2, agosto, 2011, pp. 291-299. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019]

Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/620/62020825012.pdf>

MACÍAS, Claudia, GARCÍA, Mauricio, y CHAPARRO, Patricia. Determinación electroquímica de plomo y cadmio en aguas superficiales. Revista Luna Azul [en línea]. núm. 44, pp. 27-38, Enero-junio, 2017, [Fecha de consulta: 21 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n44/n44a03.pdf>

ISSN: 1909-2474

NKECHI, Ibisi and CHIZARAM, Asoluka. Use of agro-waste (*Musa paradisiaca* peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water. International Scientific Organization. [Online]. January, 2018. University of Agriculture Umudike.

Available in <http://bosajournals.com/chemint/images/pdf/files/18-7.pdf>

ISSN: 2410-9649

WORLD Health Organization. Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry [en línea]. United Kingdom: International Agency for Research on Cancer. Iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 1993 [date of consultation: April 25, 2019] volume 58 9-16. ISBN 92 832 1258 4, ISSN 0250-9555.

Available in <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono58.pdf>

AGENCIA de Protección Ambiental (EPA). Lina M. 4 febrero de 2010. Disponible en: <https://blog.epa.gov/tag/cadmio/>

PÉREZ, Perla E. y AZCONA, María I. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas [en línea]. Vol. 17, núm. 3, Julio-septiembre 2012. [Fecha de consulta: 2 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/473/47324564010.pdf>

ISSN: 1665-7330

LINDHOLM Petra C. Biosorption of Heavy Metals by Lignocellulosic Biomass and Chemical Analysis. Peer review article [online].2019. [Date of consultation: 30 April, 2019].

Available in <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/biosorption-of-heavy-metals-by-lignocellulosic-biomass-and-chemical-analysis/>

*El Banano Peruano “Producto Estrella de Exportación”*. Tendencias de la producción el comercio del banano en el mercado internacional y nacional [en línea]. Lima: Ministerio de agricultura y riego. Noviembre 2014[fecha de consulta: 10 de mayo de 2019. Disponible en [www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)

INEI: Producción agropecuaria en mayo crece a mayor tasa desde 2012[en línea]. El N Jcomercio.pe. 27 de julio de 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en <https://elcomercio.pe/economia/peru/inei-produccion-agropecuaria-mayo-crece-mayor-tasa-2012-noticia-540651>

ZAMBRANO, Roxanna M. Estudio de los Procesos para la Obtención de Celulosa a partir de tallo, hojas y raquis con fines industriales, de plátano (*Musa acuminata red dacca*, *Musa acuminata* y *Musa paradisiaca*). Proyecto de investigación (título de Ingeniero Industrial). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, facultad ciencias de la ingeniería.2018. Disponible en <http://190.15.134.12/bitstream/43000/2922/1/T-UTEQ-0049.pdf>

RAMIREZ, Augusto. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Anales de la Facultad de Medicina, vol. 63, núm. 1, 2002, pp. 51-64. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

FUENTES, Israel. Extracción de celulosa a partir de *opuntia ficus* para la evaluación sobre la retención de flúor (f-). Tesis maestría (Grado de Maestro en Ciencia de Materiales) México: Universidad autónoma del estado de México, facultad de química.2018. Disponible en:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95106/Tesis%20Maestr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ, R, REYES A., J. N., GUTIÉRREZ, F. y PACHECO, G. Nanocelulosa obtenida de residuos agroindustriales del cultivo de plátano macho (*Musa paradisiaca* l.). Investigación y desarrollo en ciencia y Tecnología de Alimentos.2016. Morelos, México. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/53.pdf>

CARCHI, David .E.2014. Aprovechamiento de residuos agrícolas provenientes del cultivo de banano para obtener nanocelulosa. Tesis de Ingeniero Químico. Universidad de Cuenca. Cuenca, pp. 77.

ESPITIA, Héctor M. Aislamiento de nanofibras de celulosa a partir de residuos agroindustriales de fique y caña de azúcar, con potencial aplicación en reforzamiento de polímeros termoplásticos. Trabajo de grado (título de magíster en ciencias químicas). Medellín: Universidad Nacional de Facultad de Ciencias, escuela de química.

Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/2123/1/10777030.2010.pdf>

PINOS, A. y BRAULIO, J. Modificación de la celulosa obtenida de la fibra de banano para el uso de polímeros biodegradables. Grupo de Investigación y Valoración de la Biodiversidad GIVABI. Universidad Politécnica Salesiana.2018. Cuenca – Ecuador

CRIOLLO, Geovanny P. Extracción de celulosa de cáscara de naranja, estudio del método y aplicaciones. Tesis (Ingeniero Químico). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, facultad de ciencias carrera de ingeniería química, 2018.

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8663/1/96T00465.pdf>

ESTUDIO de modificación química y física de biomasa (*Citrus sinensis* y *Musa paradisiaca*) para la adsorción de metales pesados en solución por Tejeda Benítez Lesly [et

al]. Revista Luna Azul [en línea]. Julio-diciembre, 2014, núm. 39. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]

Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321732142008.pdf>

E-ISSN: 1909- 2474

INGA, Pablo A. Estudio isotérmico de biosorción de cadmio, cromo, plomo y zinc en solución acuosa empleando el pinzote (raquis) de plátano (*Musa paradisiaca L.*). Tesis (Ingeniería en biotecnología de los recursos naturales). Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, 2012.

Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4065/1/UPS-QT02922.pdf>

MUSYOKA Stephen, NGILA, Catherine, MOODLEY, Brenda, KINDNESS Andrew, PETRIK, Leslie, GREYLING Corrine. Oxolane-2,5-dione modified electrospun cellulose nanofibers for heavy metals adsorption. 2011.

Disponible en <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-hazardous-materials>

EFFECTIVIDAD de Coagulantes Obtenidos de Residuos de Papa (*Sonalum tuberosum*) y Plátano (*Musa paradisiaca*) en la Clarificación de Aguas por Carrasquero Ferrer, Sedolfo.J. [et al]. Revista Facultad De Ciencias Básicas [en línea] Vol. 13 (2) 2017, 90-99. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019]. Disponible en <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb>

BARAJAS Garzón, Claudia L. y LEÓN Luque Andrea J. Determinación de la Dosis Óptima de sulfato de aluminio en el Proceso de Coagulación - Flocculación para el tratamiento de agua potable por medio del uso de una red neuronal artificial. Trabajo (Optar al título de Ingeniera Ambiental). Bogotá: Universidad Santo Tomás, División de Ingeniería Ambiental. 2015.

Disponible: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2916/Barajasclaudia2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AMERICAN Public Health Association. APHA Method 3500- CD: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18TH Edition 1992. [Fecha de consulta: 25 junio 2019]. ISBN 0-87553-207-1

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud (OMS). Impacto de las sustancias químicas en la salud: cadmio. Disponible en

[https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/cadmium/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/es/)

CARBONEL, Delia. Adsorción de Cadmio, Cobre y Plomo en Bentonita, Caolín y Zeolitas Naturales y Modificadas: Una Revisión de los Parámetros de Operación, Isotermas y Cinética [en línea] .Lima: Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería, 2018[fecha de consulta: 26 de junio de 2019].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v23n3/0121-750X-inge-23-03-00252.pdf>

ISSN: 0121-750X

RESTREPO, Adriana [et al]. Nano-composites reforzados con microfibrillas de celulosa aisladas de paredes celulares del raquis de banano. Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia et Technica Año XIII [en línea]. Septiembre 2007, No 36.[ fecha de consulta: 26 de Junio del 2019]

Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5047/2451>

ISSN 0122-1701

GUARNIZO, Anderson; MARTÍNEZ, Pedro; VALENCIA, Hoover. Pretratamientos de la celulosa y biomasa para la sacarificación. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Scientia et Technica [en línea]. Agosto, 2009, vol. xv, núm. 42, pp. 284-289

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84916714053.pdf>

ISSN: 0122-1701

HERNÁNDEZ Corvo, Yelenys [et al]. Obtención de una matriz polimérica base celulosa para la adsorción de metales pesados. Revista Iberoamericana de Polímeros [en línea]. Volumen 15(2), Marzo de 2014. [Fecha de consulta: 14 de julio del 2019].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4640075>

ROMERO Pulido, Inmaculada. Hidrólisis Ácida y Enzimática de Residuo de Poda de Olivo. Fermentación de Hidrolizados con *Pachysolen Tannophilus*. Tesis Doctoral. Jaén. Universidad de Jaén, 2003.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=90773>

ISBN: 84-8439-288-0.

ROMERO Viloría, Paola [et al]. Obtención de celulosa microcristalina a partir de desechos agrícolas del cambur (*Musa sapientis*). Síntesis de celulosa microcristalina. Revista Iberoamericana de Polímeros [en línea]. Volumen 15(6), Diciembre de 2014. [Fecha de consulta: 15 de julio del 2019]. Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/NOV14/romero.pdf>

RODRÍGUEZ, Erwin [et al]. Obtención y caracterización de la carboximetil celulosa a partir del pseudotallo de plátano *musa paradisiaca* (sp). Revista Iberoamericana de Polímeros [en línea]. Volumen 12(6), Diciembre de 2011. [Fecha de consulta: 15 de julio del 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318351666\\_OBTENCION\\_Y\\_CARACTERIZACION\\_DE\\_LA\\_CARBOXIMETIL\\_CELULOSA\\_A\\_PARTIR\\_DEL\\_PSEUDOTALLO\\_DE\\_PLATANO\\_MUSA\\_PARADISIACA\\_SP](https://www.researchgate.net/publication/318351666_OBTENCION_Y_CARACTERIZACION_DE_LA_CARBOXIMETIL_CELULOSA_A_PARTIR_DEL_PSEUDOTALLO_DE_PLATANO_MUSA_PARADISIACA_SP)

Determination of cellulose. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp T 212 om-02 One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp Approved by the Standard Specific Interest Group for this Test Method TAPP

Disponible: <https://research.cnr.ncsu.edu/wpsanalytical/documents/T212.PDF>

MANUAL de análisis de agua [en línea]. 2º edición. Colorado: HACH COMPANY, 2000 [Fecha de consulta: 12 agosto de 2019].

Disponible en: <https://vdocuments.mx/water-analysis-manual-spanish-manual-de-analisis-de-agua.html>

Laboratorio de DINAMA. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes. Edición 1999. Disponible en:

[http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual\\_dinama.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf)

MINISTERIO del Ambiente (Perú). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Lima: El Peruano. 2017. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

NANOFIBRILLATED cellulose: surface modification and potential applications. for Kalia Susheel [et al]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg [online]. 21 November



2013.[Consultation date: 14 agosto]. Available: [https://www.academia.edu/5534478/Nanofibrillated cellulose surface modification and potential applications](https://www.academia.edu/5534478/Nanofibrillated_cellulose_surface_modification_and_potential_applications)

NANOCELLULOSE fibers for biosorption of cadmium, nickel, and lead ions from aqueous solution for Abhishek Kardam [et al]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.[online].22 May 2013.[consultation date:14 agosto]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/241613042\\_Nanocellulose\\_fibers\\_for\\_biosorption\\_of\\_cadmium\\_nickel\\_and\\_lead\\_ions\\_from\\_aqueous\\_solution](https://www.researchgate.net/publication/241613042_Nanocellulose_fibers_for_biosorption_of_cadmium_nickel_and_lead_ions_from_aqueous_solution)

REBOLLO, Manuel. Eliminación de Cadmio (II) de Efluentes Urbanos Tratados Mediante Procesos de Biosorción: El Efecto Competitivo de otros metales pesados (Magister de Gestión de Cuencas Hidrográficas).Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2011-2012.

HISTORIAS del agua (6): El primer envenenamiento por cadmio en el mundo.[iAgua].España: Zarza, F.,(28/02/2019).[Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/laura-f-zarza/historias-agua-6-primer-envenenamiento-cadmio-mundo>

ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas. Agua. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

SEDAPAL. Evaluación de Platas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de agua: coagulación floculación. Ing.Andía Y. Disponible en: [http://www.sedapal.com.pe/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154](http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154)

## ANEXOS










### Anexo 01: Operacionalización de variables.

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Índice
<b>VI</b> <b>Dosis de celulosa</b>	La celulosa es uno de los compuestos naturales más abundantes en el mundo y principal constituyente de la pared celular de los vegetales.	La celulosa es extraída del raquis de <i>Musa paradisiaca</i> , utilizando el método de pulpeo que consiste en realizar una hidrólisis ácida. Una vez obtenida la celulosa fue agregada en diferentes dosis en las muestras de agua que contienen cadmio a pH de 5, 6,7.5 y 8.5.	Masa  pH	g/L
<b>VD</b> <b>Remoción de Cadmio</b>	Cadmio es un metal que se localiza asociado con minerales de zinc, plomo y cobre, cuyo estado de oxidación es 2+, aunque se han informado algunos compuestos en que es + 1.(Agencia de Protección Ambiental [EPA],2012)	Para conocer la contaminación del agua superficial con cadmio, se realizó un pre análisis, y otro análisis después del tratamiento y por último se determinó el nivel de remoción de cadmio. La valoración de los resultados fue realizado en el laboratorio de control de calidad SEDALIB S.A.	Concentración	m g/ L

**Anexo 02. Procedimiento de obtención de raquis puro**



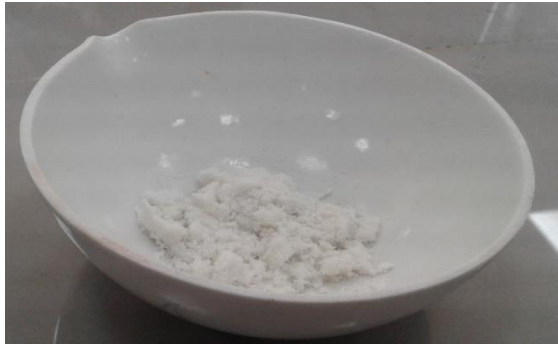

<p><b>Recolección del raquis.</b></p> 	<p><b>Pesaje del raquis</b></p> 	<p><b>Raquis trozado</b></p> 
<p><b>Lavado del raquis</b></p> 	<p><b>Pesaje</b></p> 	<p><b>Raquis en la estufa</b></p> 
<p><b>Molienda del raquis</b></p> 	<p><b>Tamizado</b></p> 	<p><b>Raquis puro</b></p> 

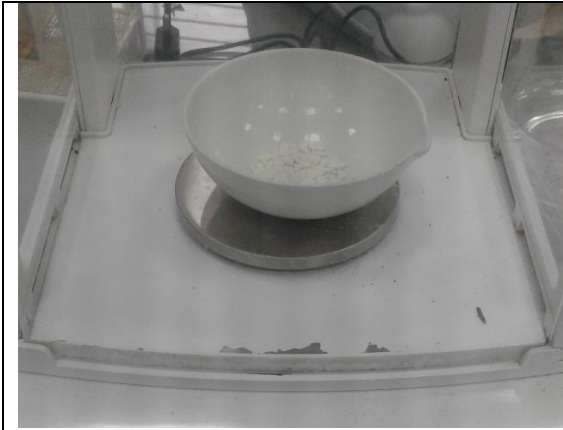
**Anexo 03.** Proceso de obtención de celulosa.

<p>Raquis puro 149 gramos</p> 	<p>NaOH al 10%</p> 	<p>2h a 70°C</p> 
<p>Lavado</p> 	<p>Eliminación lignina</p> 	<p>Adición de HCl (hidrólisis ácida)</p> 
<p>Cloración NaClO 3,5 %</p> 	<p>NaOH 20%</p> 	<p>Blanqueamiento NaClO 0.5 %</p> 
<p>Celulosa obtenida</p>	<p>Molienda</p>	<p>Celulosa</p>



**Anexo 04. Determinación de celulosa.**

<p><b>Pesaje muestra 1.</b></p> 	<p><b>Pesaje muestra 2</b></p> 
<p><b>Adición de ácido acético al 10% por 3 min.</b></p> 	<p><b>Estufa a 75% por 24 horas.</b></p> 
<p><b>Pesaje de la muestra 1 despues de 24 horas.</b></p>	<p><b>Pesaje de la muestra 2 despues de 24 horas.</b></p>



**Anexo 05. Resultados analíticos de la concentración inicial del cadmio en el agua.**



**INFORME DE ENSAYO  
IE01119102**

Identificación del Cliente			
Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRÍGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRÍGUEZ	email:	<a href="mailto:luzdela10@gmail.com">luzdela10@gmail.com</a>
Teléfonos:	945543567	Fax:	-

Identificación de la Muestra			
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA FORTIFICADA CON CADMIO - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio					
Recepción de la muestra:	11 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	12	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	12	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119109	Emisión del Informe:	14	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:		Temp.	24.8 °C
			Hume.rel.	51	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO DE PLÁSTICO DE 1L. REFRIGERADA Y ACIDIFICADA A $\text{pH} = 1.5$					

Objeto de petición de los ensayos	
Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method



## INFORME DE ENSAYO

IE01119102

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente		Muestra 1	
Código Laboratorio		01119109.001	
Tipo de Matriz		AGUA DE PROCESO	
Descripción		MUESTRA DE AGUA FORTIFICADA CON CADMIO	
Fecha de muestreo		11/11/2019	
Hora de muestreo		09:00	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-
	Agua		-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
CADMIO	mg Cd/L	0.0010	1.1008

LDM: Límite de Detección del Método

#### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.



Anexo 06. Prueba de Jarras.



**Anexo 07.** Resultados del laboratorio de Control de Calidad SEDALIB de los tratamientos del agua a pH 5 y 6.



**INFORME DE ENSAYO**  
**IE01219133**

Identificación del Cliente			
Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	email:	<a href="mailto:luzdela10@gmail.com">luzdela10@gmail.com</a>
Teléfonos:	945543567	Fax:	-

Identificación de la Muestra	
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON CELULOSA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Tipo de muestra:	SIMPLE <span style="float: right;">Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:</span>
Tipo de toma de muestra;	MANUAL <span style="float: right;">LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE <math>\leq 6^{\circ}\text{C}</math>. PARA CADMIO, DEBEN SER PRESERVADAS CON <math>\text{HNO}_3</math> A <math>\text{pH} &lt; 2</math>.</span>
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)

Identificación de la Muestra por el Laboratorio			
Recepción de la muestra:	29 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	29 NOVIEMBRE 2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	29 NOVIEMBRE 2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119147	Emisión del Informe:	3 DICIEMBRE 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp. 25.8 °C Hume.rel. 51 %
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LA MUESTRAS LLEGARÓN EN DOS FRASCOS PLASTICOS DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$			

**DOS**

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry.Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017



## INFORME DE ENSAYO

IE01219133

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 3		
Código Laboratorio	01119147.001	01119147.002		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.25 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=8.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.0 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=8.5		
Fecha de muestreo	28/11/2019	28/11/2019		
Hora de muestreo	11:30	11:30		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	
	Agua	-	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados
CADMIO	mg Cd/L	0.001	0.7314	0.4820

LDM: Límite de Detección del Método

### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Arminda Araya Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

## INFORME DE ENSAYO

IE01119127

### Identificación del Cliente

Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	email:	<a href="mailto:luzdela10@gmail.com">luzdela10@gmail.com</a>
Teléfonos:	945543567	Fax:	-

### Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON CELULOSA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA CADMIO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)		

### Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	19 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	19	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	20	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119126	Emisión del Informe:	22	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.3	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LA MUESTRAS LLEGARÓN EN SEIS FRASCOS PLASTICOS DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$					

### Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry.Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017



## INFORME DE ENSAYO

IE01119127

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4		
Código Laboratorio	01119126.001	01119126.002	01119126.003	01119126.004		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.25 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=6	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.50 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=6	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=6	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.5 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=5		
Fecha de muestreo	16/11/2019	16/11/2019	16/11/2019	16/11/2019		
Hora de muestreo	17:40	17:40	17:40	17:40		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-		
	Agua	-	-	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
CADMIO	mg Cd/L	0.001	0.999	0.9984	0.8463	1.01

LDM: Límite de Detección del Método

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 5	Muestra 6		
Código Laboratorio	01119126.005	01119126.006		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.0 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.25 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=5		
Fecha de muestreo	18/11/2019	18/11/2019		
Hora de muestreo	09:50	09:50		
Temperatura de muestreo	Ambiental	-		
	Agua	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados
CADMIO	mg Cd/L	0.001	0.9204	1.0145

LDM: Límite de Detección del Método



**Anexo 08. Resultados del tratamiento del agua a pH 7**

22-11-19

**SEDALIB S.A.**  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### INFORME DE ENSAYO


**IE01119106**

Identificación del Cliente			
Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	email:	<a href="mailto:luzde1a10@gmail.com">luzde1a10@gmail.com</a>
Teléfonos:	945543567	Fax:	

Identificación de la Muestra			
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON CELULOSA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA CADMIO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio			
Recepción de la muestra:	14 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	14 NOVIEMBRE 2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	15 NOVIEMBRE 2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119117	Emisión del Informe:	19 NOVIEMBRE 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	
		Temp.	24 $^{\circ}\text{C}$
		Hume.rel.	51 %
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:			
LA MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$			

Objeto de petición de los ensayos	
Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017



Anexo 09. Resultados del tratamiento del agua a pH 8.5



**INFORME DE ENSAYO**

**IE01119131**

Identificación del Cliente			
Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRÍGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRÍGUEZ	email:	<a href="mailto:luzdela10@gmail.com">luzdela10@gmail.com</a>
Teléfonos:	945543567	Fax:	-

Identificación de la Muestra	
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA FORTIFICADA CON CADMIO - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Tipo de muestra:	SIMPLE <span style="float: right;">Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:</span>
Tipo de toma de muestra;	MANUAL <span style="float: right;">LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE ≤ 6°C. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO<sub>3</sub> A pH &lt; 2.</span>
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)

Identificación de la Muestra por el Laboratorio			
Recepción de la muestra:	27 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	27 NOVIEMBRE 2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	28 NOVIEMBRE 2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119137	Emisión del Informe:	2 DICIEMBRE 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp. 25.6 °C Hume.rel. 54 %
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:			
LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO DE 1L. REFRIGERADA Y ACIDIFICADA A pH =1.5			

Objeto de petición de los ensayos	
Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method



**INFORME DE ENSAYO**  
**IE01119131**

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

**ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:**

<b>Código Cliente</b>	Muestra 1		
<b>Código Laboratorio</b>	01119137.001		
<b>Tipo de Matriz</b>	AGUA DE PROCESO		
<b>Descripción</b>	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.50 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=8.5		
<b>Fecha de muestreo</b>	26/11/2019		
<b>Hora de muestreo</b>	11:00		
<b>Temperatura de muestreo (°C)</b>	<b>Ambiental</b>	-	
	<b>Agua</b>	-	
<b>Ensayo de Laboratorio</b>	<b>Unidad</b>	<b>LDM</b>	<b>Resultados</b>
CADMIO	mg Cd/L	0.0010	0.4989

LDM: Límite de Detección del Método

**OBSERVACIONES**

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Alajó Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.



## INFORME DE ENSAYO

IE01219133

### Identificación del Cliente

Cliente:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ	email:	luzdela10@gmail.com
Teléfonos:	945543567	Fax:	-

### Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON CELULOSA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA CADMIO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	LUZ DE LA CRUZ RODRIGUEZ (CLIENTE EXTERNO)		

### Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	29 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	29	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	29	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119147	Emisión del Informe:	3	DICIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.8	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	51	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LA MUESTRAS LLEGARÓN EN DOS FRASCOS PLASTICOS DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$					

### DOS

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
CADMIO	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry.Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017



## INFORME DE ENSAYO

IE01219133

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 3		
Código Laboratorio	01119147.001	01119147.002		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.25 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=8.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.0 g. DE CELULOSA OBTENIDA DE RAQUIS DE MUSA PARADISIACA pH=8.5		
Fecha de muestreo	28/11/2019	28/11/2019		
Hora de muestreo	11:30	11:30		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	
	Agua	-	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados
CADMIO	mg Cd/L	0.001	0.7314	0.4820

LDM: Límite de Detección del Método

### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

**Anexo 10.** Resultados de las pruebas de jarras de 13 muestras tratadas con la celulosa.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA**

**TIPO DE ANÁLISIS** : Físicoquímico  
**USUARIO** : De La Cruz Rodríguez Luz Terlinda  
**PROYECTO** : Eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de *Musa paradisiaca* para remoción de cadmio en aguas superficiales  
**FECHA DE EMISIÓN** : 12 de diciembre del 2019

	TAMAÑO DE PARTÍCULA (um)	RENDIMIENTO (%)	DETERMINACIÓN DE CELULOSA (%)	PH
MUESTRA 01	250	2.53	92	Neutro
MUESTRA 02	250	3.72	97	Neutro
EQUIPO/MÉTODO	STANDARD TEST SIEVE	ESTUFA DAIHAN	TAPPI T-212 %celulosa=(PMfx100)/PMo	Conductímetro de mesa HANNA

Parámetros analizados para la caracterización de la biomasa

N° MUESTRA	DOSIS	RPM	TIEMPO	PH	EQUIPO
01	0.25 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
02	0.5 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
03	1.0 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
04	0.25 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
05	0.5 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
06	1.0 g	200	30 min	5	Prueba de jarras
07	0.1 g	200	30 min	7.5	Prueba de jarras
08	0.25 g	200	30 min	7.5	Prueba de jarras
09	0.5 g	200	30 min	7.5	Prueba de jarras
10	1.0 g	200	30 min	7.5	Prueba de jarras
11	0.25 g	200	30 min	8.5	Prueba de jarras
12	0.5 g	200	30 min	8.5	Prueba de jarras
13	1.0 g	200	30 min	8.5	Prueba de jarras

Condiciones para la adsorción de cadmio, usando el equipo de prueba de jarras Phipp y Bird

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Ing. Diana Karina Quiroz Inacio  
 Laboratorio de Biotecnología y Microbiología

**CAMPUS CHILLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (071) 401010 / Anexo: 6514

fb.ucv.peru  
 @ucv.peru  
 #saliradelente  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)