



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano
obtenido del exoesqueleto de langostino

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Erika Meliza, Sanchez Idrogo (ORCID: 0000-0001-9022-0784)

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

2020

Dedicatoria

A Dios, por darme la fortaleza en todo el proceso y afrontar las adversidades hasta obtener una de mis metas más anheladas.

A mi padre José Carlos Sanchez Caverro, que desde el cielo me cuida y protege. Sé que ha estado conmigo siempre y me ha iluminado para tomar buenas decisiones.

A mi madre Maria Anita Idrogo Vásquez, por todo su amor y apoyo incondicional ante los inconvenientes que se presentaron en el camino. Por ser mi soporte, por inculcarme buenos valores y enseñarme a ser persistente con mis objetivos.

A mis amigos, muchas gracias por alentarme y apoyarme en los momentos más difíciles de manera incondicional.

Finalmente a todos los docentes, que con su enseñanza, esmero y dedicación, me ayudaron durante mi formación académica.

Erika Meliza.

Agradecimiento

Agradezco este trabajo al Ing. César Augusto Monteza Arbulú, por su valiosa y empeñosa asesoría desde la ejecución hasta culminación de mi tesis, pues no fue fácil pero gracias a él todo fue posible.

A la Ingeniera ambiental Quiroz Incio Diana Karolina, encargada del laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Universidad Cesar Vallejo, por su predisposición, apoyo y hacer todo lo posible para llevar a cabo el procedimiento experimental del proyecto

A mis amigos de clase y de otros ciclos, por haberme alentado, ayudado y colaborado en el desarrollo experimental de la tesis.

Erika Meliza.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, Erika Meliza Sanchez Idrogo, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada "Adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino", son:

1. De mi autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicada ni presentada 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, 25 de agosto de 2020.

.....
Sanchez Idrogo Erika Meliza

DNI: 75622084

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	14
2.1. Tipo y diseño de investigación	14
2.2. Variables, operacionalización	14
2.3. Población, muestra y muestreo	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validación y confiabilidad.....	14
2.5. Método de análisis de datos	20
2.6. Aspectos éticos	20
III. RESULTADOS.....	21
3.1. Caracterización del quitosano	21
3.2. Resultados de la Prueba de Control	25
3.3. Resultados de las pruebas de adsorción de plomo con quitosano.....	25
3.4. Contrastación de hipótesis	30
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	41
Acta de aprobación de originalidad de tesis	59
Reporte de turnitin.....	60
Autorización de Publicación en Repositorio Institucional	61
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	62

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Rendimiento del proceso de obtención de quitosano.</i>	21
Tabla 02. <i>Titulación potenciométrica de quitosano - masa 1.</i>	22
Tabla 03. <i>Titulación potenciométrica de quitosano - masa 2.</i>	23
Tabla 04. <i>Cálculo del Grado de Desacetilación.</i>	25
Tabla 05. <i>Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 4.5</i>	25
Tabla 06. <i>Pruebas adsorción de plomo con quitosano a pH 5.25</i>	26
Tabla 07. <i>Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 6.3</i>	27
Tabla 08. <i>Adsorción de Pb (mg/l) en las combinaciones de dosis de quitosano y pH</i>	28
Tabla 09. <i>Concentración final de Plomo (mg/l) y Eficiencia de Adsorción en las pruebas experimentales (%)</i>	29
Tabla 10. <i>Porcentaje de humedad del quitosano</i>	42

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Estructura molecular de la quitina.....	9
<i>Figura 02.</i> Estructura molecular del quitosano	9
<i>Figura 03.</i> Diagrama de las pruebas de adsorción de plomo con quitosano.	18
<i>Figura 04.</i> Curva de valoración con NaOH al 0.1 M - masa 1.	22
<i>Figura 05.</i> Primera derivada del pH vs volumen - masa 1.....	23
<i>Figura 06.</i> Curva de valoración con NaOH al 0.1 M. - masa 2	24
<i>Figura 07.</i> Primera derivada del pH vs volumen - masa 2.....	24
<i>Figura 08.</i> Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 4.5	26
<i>Figura 9.</i> Pruebas adsorción de plomo con quitosano a pH 5.25.....	27
<i>Figura 10.</i> Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 6.3	28
<i>Figura 11.</i> Adsorción de plomo con dosis de quitosano y valores de pH	29
<i>Figura 12.</i> Eficiencia de Adsorción del Quitosano (%).....	30

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar la eficiencia de adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope, utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino. La población fue las aguas subterráneas del C. P. Los Positos y una muestra de 28 litros, esta se enriqueció con $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ a una concentración de 2.4549 mg Pb/l, debido a que se encontró una concentración de 0.001 mg Pb/l.

Las técnicas para obtención de quitosano fueron mediante desmineralización con HCl 1M, desproteinización con NaOH 1M y desacetilación de dos masas de quitina con NaOH 50 % y 70 %. El quitosano obtenido fue caracterizado mediante el método de titulación potenciométrica, alcanzando un grado de desacetilación de 66.05 % y 84.97 % respectivamente.

Las combinaciones para los ensayos de adsorción de plomo estuvieron dadas por 3 valores de pH (4.5, 5.25 y 6.3) y 3 dosis de quitosano (1.5 g, 2.0 g y 2.5 g) en 700 ml de solución. Las condiciones de adsorción constantes fueron la velocidad de agitación 200 RPM, el tiempo de contacto 60 min. Se concluyó que los resultados significativos fueron empleando 2.5 g de quitosano para los valores de pH, alcanzando una eficiencia de adsorción de 94.66 %, 72.23 % y 84.16 % respectivamente. Por lo tanto, el quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino bajo las condiciones experimentales propias de la investigación es eficiente en la adsorción de plomo.

Palabras clave: adsorción, plomo , quitosano, exoesqueleto de langostino

ABSTRACT

The purpose of this research work was to evaluate the efficiency of lead adsorption in groundwater in the Mórrope district, using chitosan obtained from langostine exoskeleton. The population was the underground waters of the C.P. Los Positos and a sample of 28 liters, which was enriched with $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ at a concentration of 2,4549 mg Pb/l, because it was found at a low concentration of 0.001 mg/l.

The techniques for obtaining chitosan were by demineralization with HCl 1M, deproteinization with NaOH 1M and deacetylation of two chitin masses with NaOH 50 % and 70 %. The chitosan obtained was characterized by the potentiometric titration method, reaching a degree of deacetylation of 66.05 % and 84.97 % respectively.

The combinations for the lead adsorption tests were given by 3 values pH (4.5, 5.25 and 6.3) and 3 doses of chitosan (1.5 g, 2.0 g and 2.5 g) in 700 ml of solution. The constant adsorption conditions were the stirring speed 200 RPM, the contact time 60 min. It was concluded that the significant results were using 2.5 g of chitosan for the pH values, reaching an adsorption efficiency of 94.66 %, 72.23 % and 84.16 % respectively. Therefore, the chitosan obtained from the shrimp exoskeleton under the experimental conditions research is efficient in lead adsorption.

Keywords: adsorption, lead, chitosan, shrimp exoske

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo de cualquier tipo de vida. Sin embargo, este medio se ha visto alterado producto de la contaminación de aire y suelo que impacta directamente en el ciclo hidrológico; trayendo consigo problemas de calidad de agua. Con el pasar los años la demanda y la escasez mundial de este recurso se irá incrementando y por consecuencia aumentarán los problemas mundiales, como menciona el WWAP de la (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura[UNESCO], 2018, p.2). En los países en desarrollo más de dos millones doscientos mil personas, en la gran mayoría infantes, fallecen por motivo de carencia de suministro de agua potable (EcoPortal.net, 2008).

La contaminación del agua se produce por causas naturales y antropogénicas, que incorporan sustancias impropias a su composición natural. Ella implica agentes patógenos provenientes de los desechos orgánicos, plástico, detergentes, petróleo, plaguicidas; desechos inorgánicos que contienen metales pesados; sedimentos y sustancias radiactivas que conlleva a problemas de salud.

La presencia de metales en agua resulta muy dañina para los seres vivos, es por ello que se determinó que no hay máximo nivel de plomo en agua que se valide como aceptable. Por lo tanto, el objetivo de la presencia de este metal en agua potable es cero, debido a que este metal es tan persistente y dañino incluso a periodos cortos de exposición (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA], 2018).

Del mismo modo, la Organización Mundial de la Salud (2019), informó sobre la morbilidad debido a la exposición de plomo, según los datos reportados por el Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria. En un reporte del 2016 provocó más de un millón de muertes; de igual modo fue causante de poco más del diez por ciento de la carga mundial de cardiopatía hipertensiva, del 5,6 % de cardiopatía isquémica y del 6,2 % de accidentes cerebrovasculares.

La Agency For Toxic Substances And Disease Registry (2016), en una publicación sobre el plomo y sus efectos, comunica la toxicidad de este metal. Cuando el plomo ingresa al cuerpo, altera al sistema nervioso; pero cuando hay una exposición prolongada se almacena en: hígado, riñones, pulmones, cerebro, músculos y corazón. El 99 % de este metal que ingresa

al cuerpo se eliminara a través de la orina en dos semanas en un adulto; mientras que sólo el 32 % del plomo en el cuerpo en un menor de edad se eliminara en el mismo tiempo.

Al oeste de Nigeria, 28 niños de 5 años de edad fallecieron luego de que bebieran agua contaminada con plomo, los menores habrían presentado niveles de plomo de 17 a 22 veces más de los límites máximos permitidos por la OMS. Mencionan además que no era la primera vez que ocurre un envenenamiento, en el año 2010 murieron 163 personas a causa de toxinas producto de la minería ilegal (TeleSUR, 2015).

En el Perú, existen varios centros poblados principalmente de zonas rurales, donde la falta de servicios de agua potable, ha inducido a la población a buscar medios de suministro de agua para su consumo.

La ONG Amnistía Internacional Perú (2019) comunicó que comunidades como Cuninico (Loreto) y Espinar (Cusco), existen problemas de salud en los pobladores a causa de la presencia de metales en agua como: plomo, arsénico, mercurio y cadmio. Sin embargo, no habrían sido atendidas con la prioridad que merece pese a que se encontraba en estado de emergencia sanitaria; las autoridades locales no pudieron asegurar un adecuado servicio. En los últimos años se reconocieron más de 9000 casos de personas expuestas a metales tóxicos, y se considera que la mayoría de esos casos corresponde a niños.

Por otro lado, en la región Ancash 46 pobladores de la comunidad Virgen del Rosario denunciaron contaminación de plomo en sangre en niños y adultos; en la cual responsabilizaron a una empresa que se dedica a la extracción de minerales. Ante los hechos ocurridos la Fiscalía Especializada en Materia Ambiental estuvo encargada de realizar las investigaciones (Agencia Andina Noticias, 2018).

El periodista y escritor López (2017) realizó un informe sobre un estudio médico que muestra la presencia de metales como cadmio, arsénico, plomo y mercurio, en el organismo de 15 niños pertenecientes a ciudad de Pasco y 9 niños de la Oroya. Se concluyó que para evaluar el nivel de plomo en orina no existe parámetros normados por el Ministerio de Salud (MINSA). Pero, en sangre sí existe parámetros establecidos y se superó el valor mínimo permitido, puesto que en uno de ellos se encontró 70 ug/dl.

En el portal del diario La República (2018), a través de la Dirección Regional de Salud de Tumbes mencionó que el agua que se les suministra a siete centros poblados de dicho departamento, se encuentra contaminada por metales tóxicos como: plomo, arsénico y hierro. Del mismo modo, comunica detalladamente que el efecto de consumir agua con plomo, es la degradación de riñones e hígado.

Esta problemática se puede evidenciar a nivel local, en el distrito de Mórrope se viene realizando estudios de manera constante, debido a que existe la presencia de metales en aguas subterráneas, entre ellos arsénico. En un nuevo estudio a 11 pozos se encontró plomo donde los resultados varían desde 0.016 a 0.044 mg/l, el cual sería mucho más letal que el arsénico, informó (RPP Noticias, 2018).

Es importante mencionar sobre los tratamientos para la captura de metales pesados entre ellas tenemos: la precipitación química, la filtración por membrana, intercambio iónico, electrocoagulación la técnica de floculación y coagulación, fotocátalisis, la adsorción, la fitorremediación, biopolímeros, entre otros; son algunos de los procedimientos y técnicas que ayudan a disminuir las concentraciones de iones metálicos del agua, en busca de la sostenibilidad en el tiempo (Caviedes, Muñoz, Perdomo, Rodríguez y Sandoval, 2015, p. 75)

La biosorción es una técnica empleada para disminuir o remover concentraciones de 1 a 100 ppm de metales pesados de mayor impacto (mercurio, plomo y cadmio) e incluso llevarlos a parámetros de agua potable. Por ello es importante utilizar biomásas naturales como desechos agrícolas, hongos, levaduras, algas, crustáceos como el langostino, puesto que son de bajo costo. Antes del tratamiento los biomateriales suelen ser tratados con ácidos y/o bases (Sala, Atria, Salas, 2010, p. 114).

Cabe mencionar que la producción de langostinos en el país, ha tenido gran trascendencia desde la última década, pasó de 1 150 toneladas en 1980 a 90 976 toneladas en el 2015 según lo mencionó (ComexPerú, 2018). La Agencia Peruana de Noticias (2019) señaló que Tumbes se ha convertido con el pasar de los años en uno de los primeros productores y exportadores de langostinos, el 93 % para la comercialización nacional y 59 % para exportación entre ellos langostino entero-congelado, colas de langostino con caparazón y sin caparazón. Esto ha generado que se produzca mayor residuo de exoesqueleto de langostino, pues conforme pasa los años se vierten grandes cantidades de estos residuos a botaderos y mares sin darle un manejo adecuado; generando así un impacto ambiental negativo.

En vista de la necesidad de dar solución a este problema por ser de carácter mundial, nacional y local; se tomó la decisión de determinar la eficiencia de adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino. Para tal fin se llevó a cabo la desproteínización, desmineralización y desacetilación de la cáscara de langostino. Todos los procedimientos mencionados le darán el poder adsorbente al biopolímero.

Los trabajos previos que se tomaron en cuenta son los que se presenta a continuación

Altamirano (2015) realizó un trabajo titulado “Remoción de Pb^{2+} por medio de adsorción en quitosano”, el autor considero llevar a cabo procesos de desmineralización y desproteínización de las partículas. Primero se utilizó HCl 0.6 N, se prosiguió a la desproteínización agregando NaOH al 1 %. Finalmente, a la obtención de quitosano mediante la desacetilación, empleando NaOH al 70 %; además fue caracterizado por valoración potenciométrica, espectroscopia infrarroja, análisis elemental y termogravimetría. Para el desarrollo experimental se preparó soluciones de 5, 25, 50, 70, 100 y 120 mg/l de Pb^{2+} a partir de $Pb(NO_3)_2$, siendo las condiciones de adsorción a temperaturas de 25, 35 y 50 °C, a rangos de pH de 4.33 a 5.62 y 0.1 g de quitosano para cada concentración.

En el trabajo se concluyó que los resultados de las concentraciones finales fueron 4, 20, 45, 60, 80 y 90 mg/l respectivamente; la adsorción mostró ser más eficiente a 25 °C, puesto que a mayor temperatura disminuye la adsorción. La aceptación fue de más del 80 %, ya que presentó una capacidad de adsorción de 107.41 mg de Pb^{2+} por gramo de quitosano; lo cual muestra que este biomaterial es efectivo.

Tejada, Villabona y Garcés (2015) realizaron un artículo científico denominado “Adsorption of heavy metals in waste water using biological materials”, en el cual indica la importancia de la bioadsorción de diferentes biomásas vivas y muertas. Se menciona a diferentes materiales biosorbentes como: la cáscara de plátano, de limón, de tamarindo, de naranja, de maní, los desechos de tallos de uva, los microorganismos como algas, hongos, y levaduras, biopolímeros como el quitosano, carbones activados y modificación química; siendo estas alternativas potenciales para el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, se menciona que la capacidad de adsorción de biomásas depende de la concentración del contaminante, puesto que puede existir la muerte de la biomasa e interrumpir el proceso. Así mismo menciona al cadmio, zinc, cromo, níquel, mercurio y plomo como los metales de mayor

impacto ambiental presente en efluentes industriales. Del mismo modo, se estudia los factores influyentes en la adsorción entre ellos el efecto de la temperatura, pH, tamaño de partícula y la concentración del metal.

Triana, Ruiz, Romero, Zuluaga y Chaur (2018) realizaron un artículo científico denominado “New chitosanimine derivatives: from green chemistry to removal of heavy metals from water”, esta investigación se basa en la utilización de la espectroscopia de adsorción atómica para evaluar el derivado de amino-quitosano en la capacidad de adsorción de metales tales como plomo y mercurio. En cuanto a su desarrollo experimental, se tomó tres muestras de amino-quitosano y una muestra de quitosano, en las cuales se evaluó la influencia del pH en valores de 4 y 10. En el estudio se concluyó que para la remoción de metales como Pb (II) y Hg (II), mostraron un alto porcentaje de remoción a pH básicos utilizando amino quitosano; sin embargo, el quitosano prístino exhibe una mayor eliminación de Pb (II) en los medios ácidos.

Según Unagolla y Adikary (2015) en su artículo denominado “Adsorption characteristics of cadmium and lead heavy metals into locally synthesized Chitosan Biopolymer”, donde se sintetizó quitosano del cascarón de camarón, para adsorber metales pesados como cadmio y plomo de los efluentes de aguas residuales. Se llevaron a cabo dos tratamientos utilizando diferentes valores de pH de la solución de iones metálicos iniciales y dos valores diferentes de grado de desacetilación de quitosano, la concentración para ambos iones metálicos fue 50 mg/l, a temperatura ambiente y a una velocidad de agitación de 450 rpm.

Los valores de pH probados para Cd^{2+} fueron 3.5, 5.5 y 6.5 y para Pb^{2+} fueron 2.0, 3.0 y 4.5. Se observó una tasa de adsorción significativamente alta en el quitosano que tiene mayor valor de DD y se evitó valores de pH mayor a 5. Los modelos se ajustaron a los resultados experimentales, la adsorción de cadmio y plomo fue controlada por la reacción de adsorción. En el estudio se concluyó que, el quitosano podría ser un buen candidato para eliminar los metales pesados de las aguas residuales.

Del mismo modo Pájaro y Díaz (2012) realizaron un estudio denominado “remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas usando quitosano obtenido de exoesqueleto de camarón”. En cuanto a su desarrollo experimental se consideró usar 10 Kg de material. Primero se realizó la desmineralización para la obtención de la quitina de la biomasa seca y molida, se le incorporó HCl 1M en relación (1:10). Después se utilizó NaCl al 4 % para el

proceso de desproteínización en razón de (1:10). La quitina obtenida se convertirá en quitosano a través de la desacetilación de la misma, se le agregó NaOH al 50 %, con agitación por 6 h a una temperatura de (110 °C -120 °C). Se realizó análisis para encontrar el pH óptimo entre valores del 1 al 8 utilizando 0.2 g de quitosano. Posteriormente se hicieron las isotermas de adsorción empleando 0.2 g quitosano y concentraciones iniciales de Cr (VI): 25, 50, 100, 200, 300, 600 y 1200 mg/L utilizando como volumen 50 ml. Todas las soluciones se ajustaron a pH 2.0 con agitación constante por 3 horas. En el estudio se concluyó que en pH 2 se obtiene una buena remoción de este metal alcanzando 99.98 % de adsorción.

También Quevedo (2017) realizó un trabajo experimental de titulación denominado “Determinación de la capacidad de bioadsorción de plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del camarón”, cuyo objetivo principal fue determinar la capacidad de adsorción de plomo con los residuos de camarón. Para evaluar la adsorción, se consideró encontrar el pH óptimo utilizando valores de 3, 4, 5,6. La cinética de adsorción se evaluó en relación al tiempo de residencia de 10, 30, 60, 90, 120 minutos, a la concentración del contaminante y el tamaño de partícula. Se concluyó que el pH óptimo fue 3, con un porcentaje de remoción de 74.38 % a concentración de 10 ppm, en un tiempo de residencia de 90 min., con una partícula mayor 3mm.

Por otro lado, Buitrón (2015) realizó una investigación denominada “Biosorción de cromo y níquel en aguas contaminadas usando quitosano”, para el desarrollo se preparó soluciones de 500 y 5 mg/l de cromo hexavalente, del mismo modo para níquel 50 y 3 mg/l de concentración. Las variables en la bioadsorción estuvieron dadas por la dosis de quitosano (1, 3 y 5 g) y el tiempo de contacto de (30, 60 y 90 min). Las condiciones constantes fueron la temperatura, pH 7 y velocidad de agitación de 300 rpm. Se concluyó que a mayor dosis de quitosano, menor será la concentración final del contaminante, además se obtuvo un quitosano de 80.32 % de grado de desacetilación, el cual mostró una eficiencia de 95.35 % y 86.47 % respectivamente para níquel, mientras que para cromo hexavalente tuvo una remoción de 27.30 % y 46.86 % respectivamente; por lo tanto, el quitosano utilizado no tiene mucha afinidad para adsorber este metal.

También Dávila y Bonilla (2011) realizaron un artículo llamado “Optimización del Proceso de Adsorción de Plomo con Quitosano Modificado”. En esta investigación utilizaron el

quitosano, el cual fue extraído, elaborado y modificado a base de camarón *Penaeus vannamei*, con el que se prepararon dos materiales adsorbentes: quitosano-nitrato férrico (QFe) y quitosano-glutaraldehído (QGD) el cual presentó mayor capacidad de adsorción; a este último se midió los factores óptimos de pH, y además se determinó la dosificación, velocidad de agitación, temperatura y tiempo de contacto en la adsorción de plomo en QGD. Llegando a la conclusión que los mejores parámetros para la adsorción se daban en los valores de (6.75 - 7 pH; 0.35 - 0.50 g y 151 -175 min), en el cual se obtuvo una capacidad de adsorción de 98,40 % lo que equivale a 282,61 mg. Pb/g. de QGD.

Las teorías relacionadas a la temática abordada en primera instancia, tiene que ver con el plomo, su presencia en la naturaleza, toxicidad, el estándar en agua potable, quitina y quitosano.

El plomo es un metal pesado que tiene número atómico 82 y peso atómico 207.19. Es un elemento anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad a 327.4 °C (621.3 °F) y hierve a 1725 °C (3164 °F), es resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico (Lenntech B.V., s.f.).

Este metal lo encontramos de forma natural en la corteza terrestre. Sin embargo, su presencia en el agua puede ser origen antropogénico y natural, debido a la composición química del subsuelo, es por ello que la contaminación de agua con plomo depende al carácter de cada zona y actividad que se desarrolle, según lo refieren (Inocencio y Velasquez, 2013).

Este elemento es considerado tóxico y dañino para la salud, ya que no existe límite que se pueda considerar seguro. Los niños son los más propensos a la toxicidad de este contaminante, debido a que dificulta al desarrollo del cerebro y el sistema nervioso; en personas mayores aumenta el riesgo de hipertensión arterial y lesiones renales, en mujeres puede llevar al aborto, parto prematuro o malformaciones en el feto. Por lo general el plomo se acumula con el paso del tiempo en el cuerpo humano, principalmente en huesos y dientes; también se puede distribuir y alcanzar el cerebro, el hígado y los riñones (OMS, 2019).

El estándar de calidad ambiental es un instrumento de gestión ambiental establecida por el Ministerio del Ambiente, donde se detalla los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. En vista de la problemática, se ve por conveniente mencionar que este caso

pertenece a la categoría A1 de aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y el estándar para plomo es 0,01 mg/l (Ministerio del Ambiente, 2017).

El proceso que se llevará a cabo en la investigación es la adsorción. Annaduzzaman (2015) menciona que es un proceso en el que elementos químicos contaminantes en medios acuosos o llamados adsorbatos son atraídos por la unión química o física de una superficie sólida o adsorbente. Comparado con otros métodos de absorción química, el proceso de adsorción depende de los datos experimentales de la interacción sólido-líquido durante el tiempo de contacto. La alta porosidad y las geometrías irregulares, son las características más importantes de los materiales adsorbentes para brindar una gran área de superficie, es por ello que se utilizan cada vez más para la separación o purificación de diferentes contaminantes. Muñoz (2007) refiere que la adsorción química, es el proceso en el ocurre reacciones químicas a fuerzas de atracción fuertes, entre el adsorbato y la superficie sólida, tal cual que no se puede revertir; la ventaja de los adsorbentes son la disponibilidad de materiales y bajo costo.

Buitrón (2015) dice que los factores que intervienen en el proceso de la adsorción son: el tamaño de partícula, siendo este uno de los parámetros más importantes, pues las de menor tamaño realizan la remoción de los metales de una manera más rápida y en mayor extensión; el pH, ya que si los iones metálicos se encuentran en forma aniónica en una solución son favorecidos a valores de pH entre 1.5 a 4, mientras que si está en forma catiónica son favorecidos a pH superior a 4.5; el peso del adsorbente; la concentración de metales en la solución; la temperatura, es un valor no muy influyente en la adsorción; el tiempo de contacto, puesto que influye en la cantidad y equilibrio de la adsorción en un sistema; la cantidad del adsorbente influye en la capacidad de adsorción, a mayor dosis mayor adsorción; la velocidad de agitación, esta debe ser constante y energética.

Zou et al. (2016) describen que la quitina y el quitosano son el segundo polímero más abundante en la naturaleza después de la celulosa, se origina principalmente de exoesqueletos de crustáceos, algunos insectos y en paredes celulares de hongos. Además, se menciona que tiene una gran capacidad de adsorber metales pesados y actualmente la gran mayoría de quitina se produce a partir de cangrejos y camarones que son desecho de la industria pesquera. Los caparazones contienen del 30 al 50 % de carbonato calcio, del 30 al 40 % de proteínas y el resto 20 al 30 % es masa seca o quitina (como se citó en

Annaduzzaman, 2015). La quitina es desacetilada con NaOH al (30 - 60 %) para obtener quitosano, con ello la solubilidad aumenta y la actividad antimicrobiana también (Campo, Delgado, Roa y Mora, 2017). Cuando existe una desacetilación completa de la quitina se estará produciendo quitano, el cual es un biomaterial bastante soluble en medio ácido; sin embargo, cuando la desacetilación de la quitina no es al 100 % se crea un polímero denominado quitosano (Lárez, 2003, p. 93).

La quitina es un polisacárido estructural cuyo monómero es 2-acetamido-2-desoxi-β-D-glucosa, donde el grupo acetamido se encuentra en el carbono 2 (C-2) de la cadena (Altamirano, 2015, p.17). El quitosano es un polímero que posee una estructura lineal de N-acetilglucosamina (unidad acetilada) y glucosamina (unidad desacetilada) unidas por enlace glucosídico tipo β-(1-4), la relación depende de las condiciones de reacción.

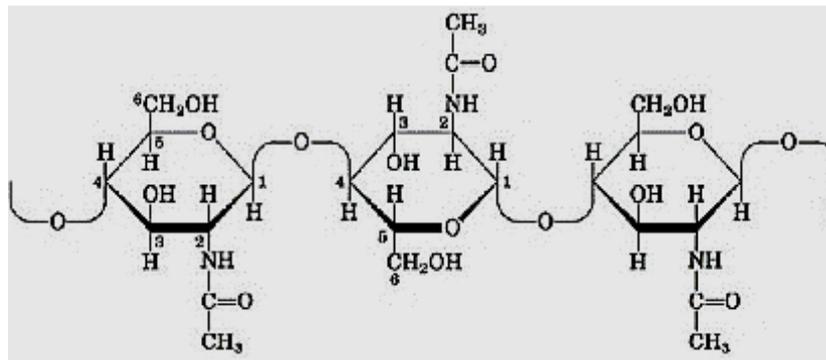


Figura 01. Estructura molecular de la quitina

Fuente: Altamirano (2015).

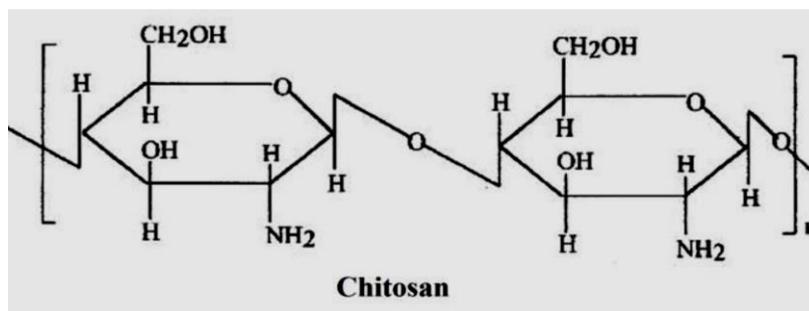


Figura 02. Estructura molecular del quitosano

Fuente: Annaduzzaman (2015).

Para la obtención de quitosano se realiza mediante los pasos consecutivos de desproteinización, desmineralización y desacetilación.

- a) **Desproteínización:** Contreras y Heredia (2017, p.26) es la separación de la proteína en medios alcalinos como (NaOH o KOH). Para tener una mejor desproteínización se tendrá en cuenta la temperatura, la concentración y la proporción del desecho en solución. Diferentes investigaciones mencionan que las concentraciones varían (1 M - 4 M), a T° de (25 a 100 °C) y tiempos desde 0.5 a 72 horas. Por ejemplo, Hernández, Águila, Flores, Viveros y Ramos (2009) emplearon NaOH al 1 % de concentración, a temperatura de 28 °C, durante 24 horas de agitación constante.
- b) **Desmineralización:** Este procedimiento se realiza para retirar el carbonato de calcio (CaCO₃) presente en los exoesqueletos de crustáceos en medios ácidos como (HCl, HNO₃ ó H₂SO₄). Diferentes investigaciones mencionan que las concentraciones varían desde (0.2 M -6 M), a T° de (-20 a 100 °C), según (Contreras y Heredia, 2017, p.26). Por ejemplo, Pájaro y Díaz (2012) utilizaron HCl (1M) en proporción (1:10) y agitación constante a 26°C durante 3h.
- c) **Desacetilación:** Cárdenas (2010) menciona que para la obtención del quitosano por desacetilación de la quitina, es un proceso que puede ser químico o enzimático. La reacción dependerá del grado de desacetilación que se desea lograr; es por ello que con un solo tratamiento alcalino, el máximo grado de desacetilación suele ser (75 % al 85 %). Por este motivo es conveniente repetir varias veces el tratamiento alcalino por cortos periodos de tiempo. Pájaro y Díaz (2012) utilizó NaOH al 50 %, bajo agitación por 6 h y a una temperatura de (110 °C -120 °C). Del mismo modo, Hernández et al. (2009) emplearon la misma base a igual concentración, pero a proporción de (1:4), bajo las siguientes condiciones: primero por 2 horas a 60 °C y luego por 2 horas a 100 °C. Por otro lado, Arias y Marquez (2017) desacetilaron con KOH (40 – 60 %) de concentración, a relación de (1:15), por un tiempo de (0.5 -24 horas.), a temperatura de (50 °C -130 °C).
- Para la determinar el grado de N-acetilación de quitosano, existen varios métodos como la espectroscopía de infra rojo, espectroscopía de Ultravioleta, titulación coloidal, titulación potenciométrica. Muchos de estos métodos son de costo elevado, es por ello que en la presente investigación se utilizara la titulación potenciométrica, pues es uno de los métodos más usados y de bajo costo (Giraldo, 2015, p. 4).

Hernández et al. (2009, p. 58) mencionan que el método consiste en exponer el quitosano a una disolución de HCl, valorando luego esta disolución con NaOH estandarizado. Este se calculará al medir el volumen entre la diferencia de los dos puntos de inflexión, el cual corresponde con el ácido consumido para la protonación de los grupos amino. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{NH}_2 = \frac{16.1(Y-X)}{W}f$$

Dónde:

y = punto de inflexión mayor en volumen

x = punto de inflexión menor en volumen

f = molaridad de la solución de NaOH

w = masa en gramos de la muestra

16.1 = Es un factor constante relacionado a la proteína que se utiliza

Las aplicaciones del biomaterial lo mencionan en diferentes áreas como en la biomedicina, en la agricultura, la ganadería, la fabricación de alimento de animales, en la fabricación de cosméticos, en la industria textil, en la industria del papel, preservantes, en el tratamiento de agua. Esta última es una de las aplicaciones más importantes puesto que son materiales amigables con el ambiente, es por ello que se utiliza como agente floculante para la remoción de coloides sólidos, agente coagulante para disminuir la turbidez y la alcalinidad en aguas residuales, en tratamientos de flotación para la remoción de aceite, para la captura de metales pesados (Marmol et al., 2011).

La prueba de jarras es un método de laboratorio que se utiliza para simular un proceso de tratamiento de agua a gran escala. Este equipo consta de 4 a 6 agitadores, el cual permite tener las condiciones de mezcla deseadas. La prueba implica ajustar la cantidad de productos químicos y los procesos son los siguientes: para cada muestra se llenan los vasos con la misma cantidad, se trata el agua agregando dosis diferentes para cada vaso, velocidad, nivel de aireación, tiempo, tipo de filtración, comparándolo la calidad al final de cada muestra (Tech Brief, 2005).

En la siguiente investigación la formulación del problema es ¿Cuál es la eficiencia de adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino?

En el presente estudio denominado adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostinos, tiene como finalidad disminuir la concentración de plomo, pues es un problema que causa daños a la salud de las personas. En vista de ello esta investigación se considera de gran importancia y se justifica por los siguientes motivos.

En cuanto al aspecto social, esta investigación busca favorecer en todo sentido, mejorar la calidad del recurso hídrico, puesto que la población está expuesta a enfermedades producto de la toxicidad de este metal. Por otro lado, para los mercados y/o restaurantes que producen desechos como: residuos pesqueros o exoesqueletos; darle un mejor manejo o valor agregado a los residuos que se generan. Esta alternativa dará un aprovechamiento de los residuos marinos, a través de su incorporación en los procedimientos para tratar aguas contaminadas con plomo.

En cuanto al aspecto práctico es preciso resaltar la gran importancia que tiene el presente trabajo de investigación, debido a que permitirá determinar la eficiencia de adsorción del quitosano obtenido del exoesqueleto de langostinos para adsorber plomo en aguas subterráneas. Al conocer la efectividad del tratamiento utilizado en esta investigación, servirá como antecedentes para otras investigaciones de temas similares.

La hipótesis alternativa planteada es, una de las combinaciones de dosis y pH será eficiente en la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope.

La hipótesis nula es, ninguna de las combinaciones de dosis y pH será eficiente en la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope.

El objetivo general para la presente investigación es determinar la eficiencia de adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino.

Los objetivos específicos:

- Producir quitosano a partir de exoesqueleto de langostino a diferentes grados de desacetilación.
- Determinar la concentración de plomo presente en las aguas subterráneas en el distrito de Mórrope.
- Realizar combinaciones de dosis de quitosano y pH en las pruebas de adsorción de plomo.
- Analizar la concentración de plomo en el agua después de las pruebas de adsorción.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

- Tipo de investigación: Experimental.
- Diseño: Cuasi experimental.

2.2. Variables, operacionalización

- Variable Dependiente: Adsorción de plomo
- Variable Independiente: Dosis de quitosano y pH.

2.3. Población, muestra y muestreo

- **Población:** la población de la presente investigación es el agua subterránea del Centro Poblado Los Positos del distrito de Mórrope contaminada con plomo.
- **Muestra:** La muestra fue una cantidad representativa de agua subterránea del Centro Poblado “Los Positos”, la cual fue 28 litros.
- **Muestreo:** No probabilístico, muestreo por conveniencia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validación y confiabilidad

2.4.1. Técnica de recolección de datos.

La técnica que se utilizó fue la observación, la cual permitió escoger el lugar adecuado para la toma de la muestra.

2.4.2. Técnica de recolección de muestras.

Las muestras se tomaron del Centro Poblado “Los Positos” ubicado en el distrito de Mórrope. La recolección de la muestra se realizó de forma manual utilizando un recipiente de plástico de 28 litros, guardapolvo, guantes, mascarillas y envases para la recolección.

2.4.3. Técnicas de laboratorio.

2.4.3.1 Procedimiento para la obtención de quitina y quitosano.

Los exoesqueletos de langostinos fueron previamente lavados con abundante agua corriente, para posteriormente ser seleccionados, separados de patas, colas, impurezas y restos orgánicos que el material presentó. Por consiguiente, se utilizó una estufa para quitar el exceso de humedad, para eso se llevó a una temperatura de

80 °C por 3 horas y 30 minutos. Para triturarlos se utilizó un molino de mano y antes de iniciar con las pruebas de adsorción, el langostino en polvo fue tamizado con un tamiz N° 16 de malla 1.18mm.

El polvo de exoesqueleto de langostino fue desmineralizado con una solución de ácido clorhídrico 1M, a una relación sólido-líquido (1/10), a una temperatura de 30 °C, a una velocidad de agitación de 150 rpm, por un tiempo de contacto de 3 horas. Posteriormente se lavó utilizando agua destilada hasta llevar el agua del lavado a la neutralidad, se filtró y secó a una temperatura de 50 °C, por un tiempo de 6 horas.

El polvo ya desmineralizado, fue sometido a un segundo procedimiento de desproteinización con una solución de hidróxido de sodio 1 M, a una relación sólido-líquido (1/10), a una temperatura de 65 °C, a una velocidad de agitación de 200 rpm, por un tiempo de contacto de 4 horas. Posteriormente se lavó utilizando agua destilada hasta llevar el agua de lavado a la neutralidad, se filtró y secó a una temperatura de 70 °C, por un tiempo de 3 horas.

La quitina obtenida fue sometida a un último de tratamiento de desacetilación. Para obtener quitosano a diferentes grados de desacetilación se empleó soluciones de NaOH a concentraciones de 50 % y 70 %, para ello se utilizó 2 masas de quitosano de 50 g cada una, bajo las mismas condiciones de velocidad de agitación de 200 rpm, una relación sólido-líquido (1/15), a una temperatura de 100 °C, a, por un tiempo de contacto de 80 minutos. Posteriormente se lavó utilizando agua destilada hasta llevar el agua del lavado a la neutralidad, se filtró y secó a una temperatura de 70 °C, por un tiempo de 3 horas y 30 minutos.

Para determinar el grado de desacetilación por titulación potenciométrica se tomó 0.25 g de cada biomasa de quitosano obtenido, el cual se expuso en 20 ml de una solución de HCl 0.3 M. Posteriormente se tituló con una solución de NaOH 0.1 M estandarizado, la titulación potenciométrica se hizo de forma lenta, agregando diferentes cantidades de base.

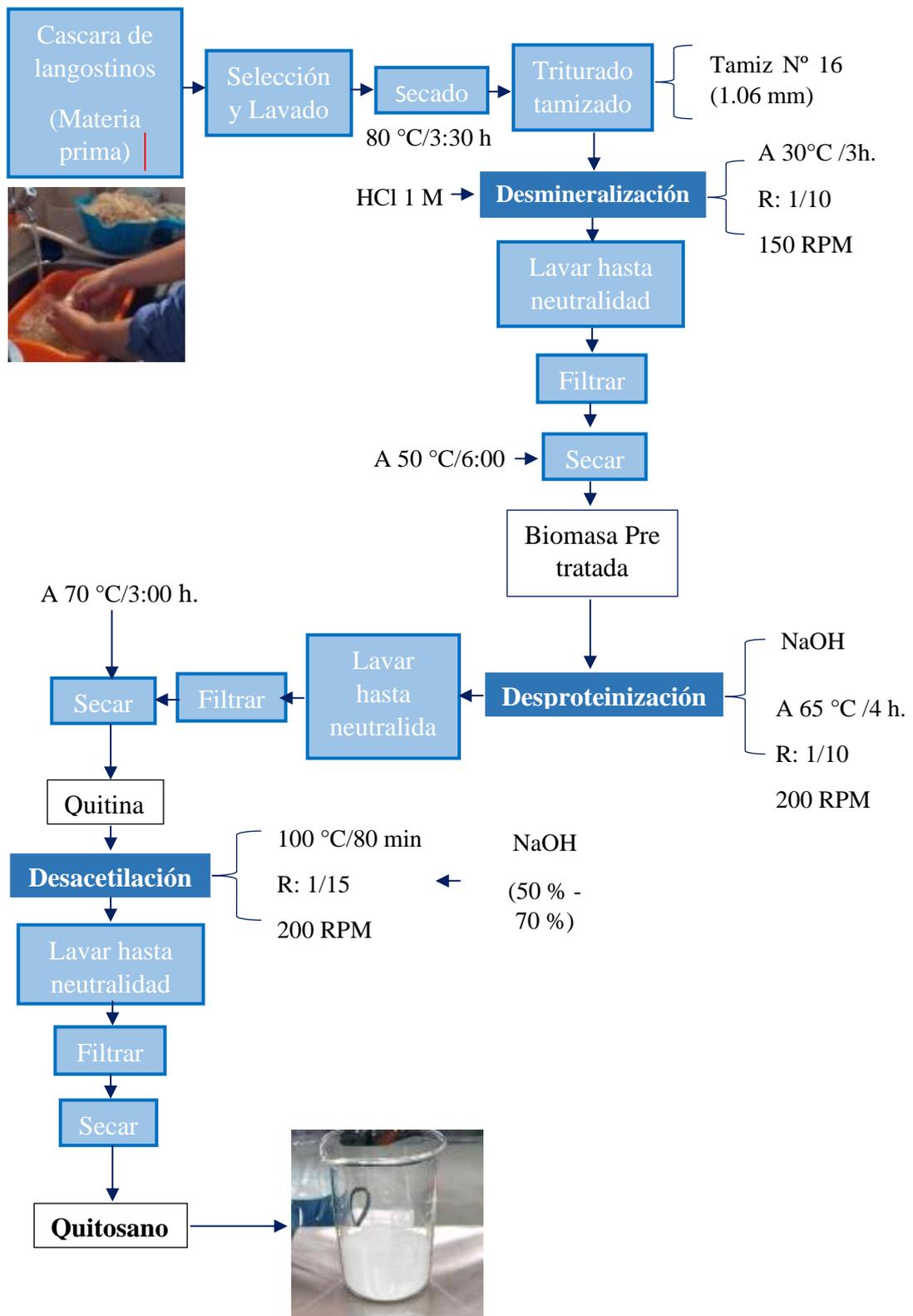


Figura 03. Diagrama del proceso de obtención de quitosano.

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.2 Determinación de pH: Método Electrométrico.

El pH es una de las propiedades importantes en la química del agua. Para regular el pH en las pruebas de adsorción de plomo se utilizó la técnica de electrometría en un equipo llamado conductímetro, ya que es de fácil acceso y además posee mayor sensibilidad. La medición está dada por los iones hidrogeno, los cuales están en un electrodo de vidrio, este se debe calibrar con soluciones buffer conocidas en un uso de rutina; además la temperatura afecta la medición puesto que genera cambios en las propiedades de los electrodos (Clesceri, Greenberg y Eaton, 1999, pág. 1147). Para la medición previamente se lava el electrodo con agua destilada para limpiar el equipo y evitar interferencias en el resultado (antes y después de utilizarse). En vasos de precipitación de 1000 ml se hizo el tratamiento de cada muestra de agua contaminada con plomo; para ello se midió el pH y fue regulado a valores de 4.5, 5.25 y 6.3.

2.4.3.3 Método para la determinación de plomo: 3111 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry (2017).

Para el análisis de Pb^{2+} antes y después de los tratamientos, se usó espectrofotómetro de adsorción atómica con llama, el cual es un método empleado para realizar exámenes de metales pesados en agua. El método consiste el realizar una curva de calibración, de acuerdo a la longitud de onda de adsorción del metal, para ello se preparó soluciones estándar de concentraciones metálicas conocidas en agua. La muestra se aspira en una llama y se atomiza. Un haz de luz se dirige a través de la llama, a un monocromador y a un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Estos instrumentos están implementados con un mecanismo de lectura de medidor digital o nulo. La mayoría de los instrumentos modernos están equipados con microprocesadores o computadoras de control independientes capaces de integrar señales de absorción a lo largo del tiempo y linealizar la curva de calibración a altas concentraciones (3111 metals by flame atomic absorption spectrometry (2017), 2018).

2.4.3.4 Pruebas de adsorción de plomo en agua utilizando quitosano.

Para las pruebas de adsorción de plomo con quitosano, se realizó combinaciones de dosis y pH. Cada prueba experimental se hizo en 700 ml de agua contaminada a una concentración de 2.4549 mg Pb/l, teniendo como factores constantes el tiempo de

contacto de 60 min., a velocidad de agitación de 200 rpm y un tiempo de reposo de 30 min. Las combinaciones estuvieron dadas por 3 dosis de quitosano (1.5 g, 2.0 g y 2.5 g) y 3 valores de pH (4.5, 5.25 y 6.3).

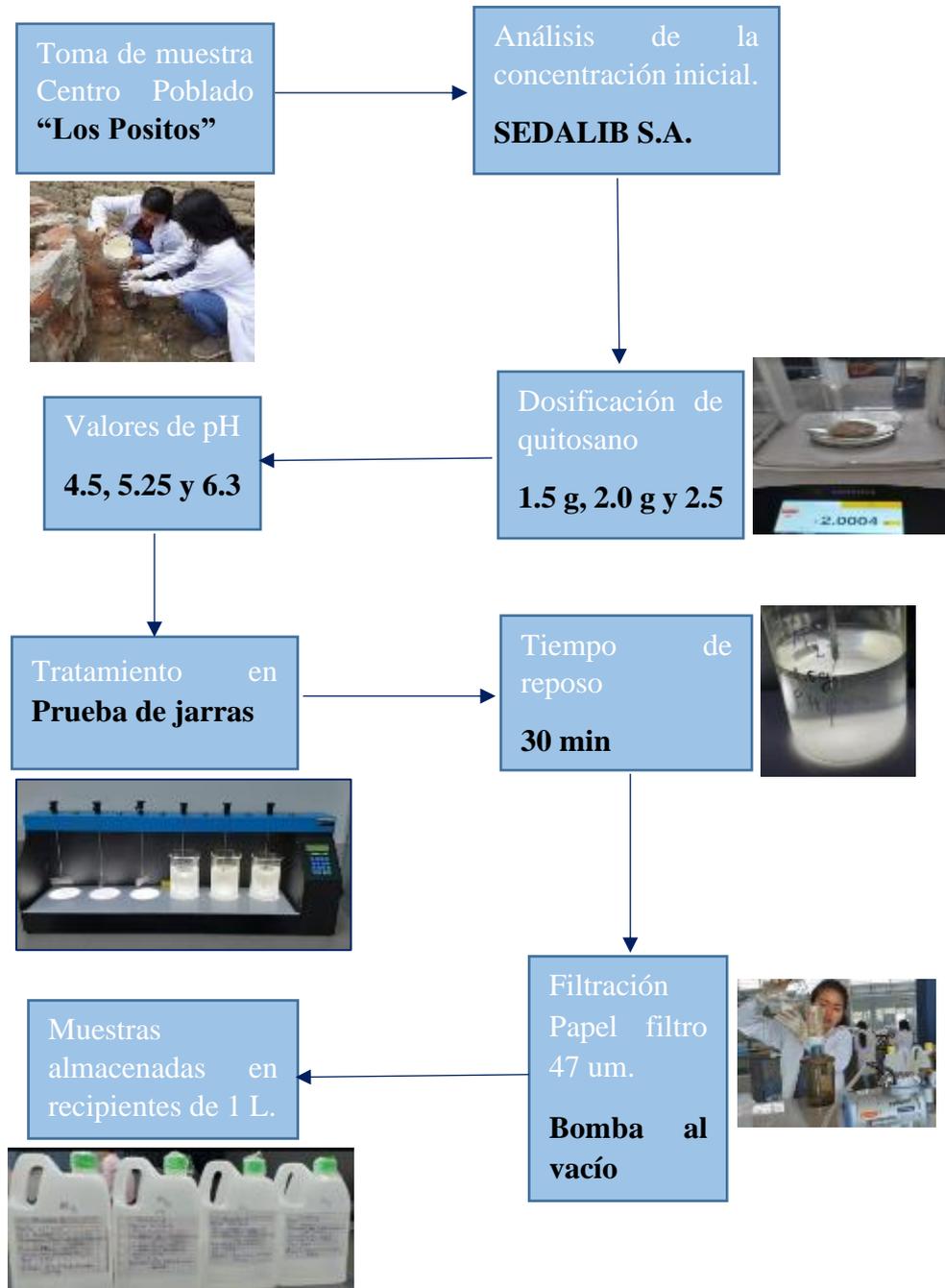


Figura 03. Diagrama de las pruebas de adsorción de plomo con quitosano.

2.4.4. Instrumentos, materiales y equipos de recolección de datos.

Materiales de Campo

- Guardapolvo
- Guantes
- Cubre boca
- Envases o galones
- Libreta de Campo
- Cámara fotográfica

Materiales de Laboratorio

- Vasos de precipitación de 100, 500 y 1000 ml
- Vidrio de reloj
- Morteros
- Varilla agitadora
- Agua destilada
- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Tamices
- Espátula
- Papel filtro
- Fiolas de 50 ml, 500 ml
- Guardapolvo
- Guantes
- Pissetas

Equipos de laboratorio

- Espectrofotómetro de adsorción atómica con llama
- pHmetro
- Estufa
- Equipo de titulación
- Balanza analítica
- Prueba de jarras

- Agitador Magnético
- Bomba de vacío Rocker 300

Reactivos

- Ácido clorhídrico (1M)
- Ácido clorhídrico (0.3M)
- Hidróxido de Sodio (1M)
- Hidróxido de Sodio al 50%
- HNO₃
- Nitrato de Plomo

2.4.5. Validez.

El método que se utilizó fue la espectrofotometría, el cual se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A., por lo que los resultados fueron validados por el director del laboratorio, a través de los informes emitidos de los ensayos realizados. Los resultados de caracterización de quitosano y las condiciones de adsorción se realizaron en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Universidad César Vallejo, quien constató que los procedimientos realizados fueran los correctos.

2.5. Método de análisis de datos

Para procesar y analizar los datos obtenidos de la investigación, se utilizó la hoja de cálculo Excel para la elaboración de tablas y gráficos, los cuales ayudaron a ordenar y facilitar la interpretación de la información obtenida en los análisis en laboratorio.

2.6. Aspectos éticos

Toda la información de la presente investigación fue seleccionada estrictamente de fuentes verídicas, fidedignas y confiables, de nivel internacional y nacional; respetando la norma ISO 690: 2010.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización del quitosano

3.1.1. Tamaño de partícula.

Las dos masas de quitosano obtenidas por desacetilación termoalcalina, fueron tamizadas para obtener un tamaño de partícula homogénea, utilizando un tamiz N°60 malla de 250 um.

3.1.2. Porcentaje de humedad (% H).

Las muestras de quitosano presentaron el 9.74 % y 12.31 % de humedad respectivamente.

3.1.3. Rendimiento del quitosano.

El rendimiento fue calculado tomando como referencia los datos obtenidos desde la masa inicial del molido y tamizado de los exoesqueletos de langostino secos hasta la obtención de quitosano.

Se calcula en la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Tabla 01. Rendimiento del proceso de obtención de quitosano.

	Masa 1	Masa 2
Masa final obtenida(g)	11.7	12.83
Masa inicial (g)	50	50
Rendimiento del proceso (%)	23.4	25.66

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Grado de desacetilación: Potenciometría.

Para la determinación el grado de desacetilación y calcular el porcentaje de grupos aminos presentes en las masas de quitosano después del tratamiento termoalcalino a concentraciones de 50 % y 70 % de NaOH, se utilizó un pH metro Hanna Instrument previamente calibrado.

Los datos obtenidos de la titulación potenciométrica de cada masa de quitosano, se muestran en tablas, las cuales permiten graficar la primera derivada para cada curva de titulación, pues los puntos de inflexión menor y mayor, dadas en volumen sirven para calcular el grado de desacetilación.

Tabla 02. Titulación potenciométrica de quitosano - masa 1.

W = 0.2535 g		1ª. Derivada	
Vol(ml)	pH	Vol. Prom	($\Delta\text{pH}/\Delta V$)
0	0.92	0	
1	0.94	0.5	0.02
2.2	0.98	1.6	0.03
4	1	3.1	0.01
5.1	1.03	4.55	0.03
7.6	1.09	6.35	0.02
10.6	1.2	9.1	0.04
13.8	1.31	12.2	0.03
15.8	1.4	14.8	0.04
18.3	1.54	17.05	0.06
21.3	1.71	19.8	0.06
24.3	1.94	22.8	0.08
27.5	2.37	25.9	0.13
29.5	4.97	28.5	1.30
31.5	5.68	30.5	0.36
33.6	6.15	32.55	0.22
35.6	6.55	34.6	0.20
37.6	7.53	36.6	0.49
40.2	11.36	38.9	1.47
42.2	11.74	41.2	0.19
44.3	11.93	43.25	0.09
46.4	12.03	45.35	0.05
49	12.16	47.7	0.05
50	12.2	49.5	0.04

Fuente: elaboración propia.

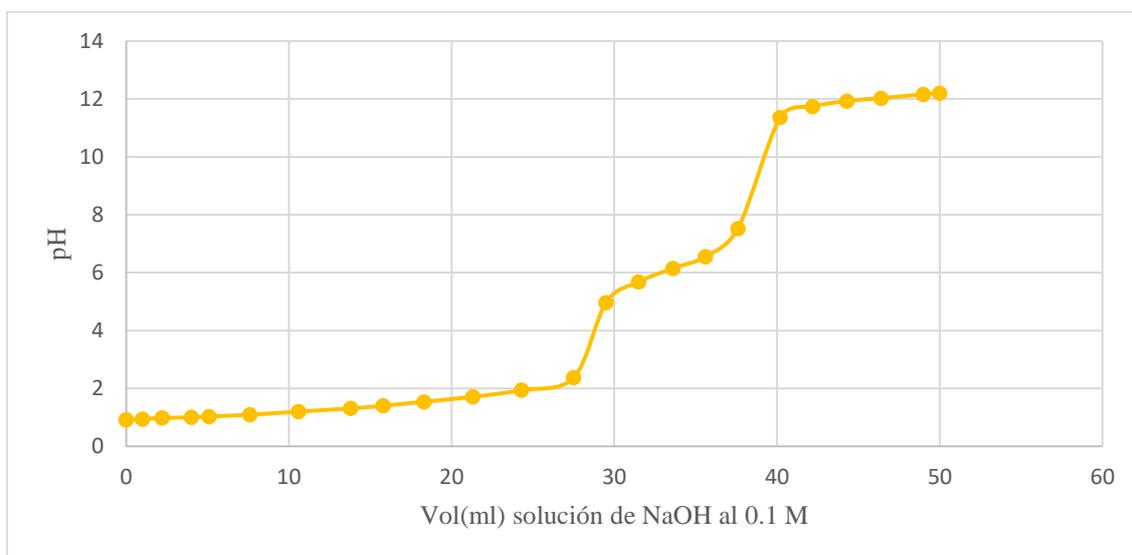


Figura 04. Curva de valoración con NaOH al 0.1 M - masa 1.

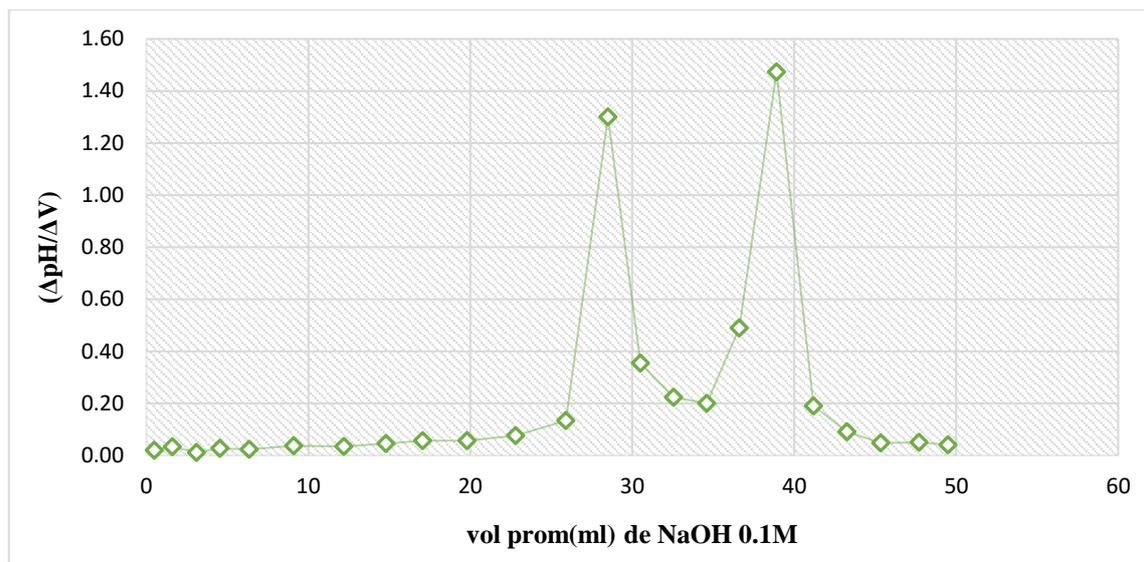


Figura 05. Primera derivada del pH vs volumen - masa 1

Tabla 03. Titulación potenciométrica de quitosano - masa 2.

W = 0.25 g		1ª. Derivada	
Volumen	pH	Vol. Prom	(ΔpH/ΔV)
0	0.928	0	
1.2	0.971	0.6	0.04
2.2	1.042	1.7	0.07
3.2	1.129	2.7	0.09
4.2	1.162	3.7	0.03
6.2	1.18	5.2	0.01
11.2	1.225	8.7	0.01
16.2	1.292	13.7	0.01
21.2	1.586	18.7	0.06
26.2	1.855	23.7	0.05
31.2	2.343	28.7	0.10
36.2	5.6	33.7	0.65
37.2	5.806	36.7	0.21
38.2	6.032	37.7	0.23
39.4	6.192	38.8	0.13
40.4	6.38	39.9	0.19
41.4	6.51	40.9	0.13
42.4	6.662	41.9	0.15
43.4	6.8	42.9	0.14
44.4	6.927	43.9	0.13
46.5	8.89	45.45	0.93
47.5	10.733	47	1.84
48.5	11.438	48	0.71

49.5	11.653	49	0.22
50	11.702	49.75	0.10

Fuente: elaboración propia.

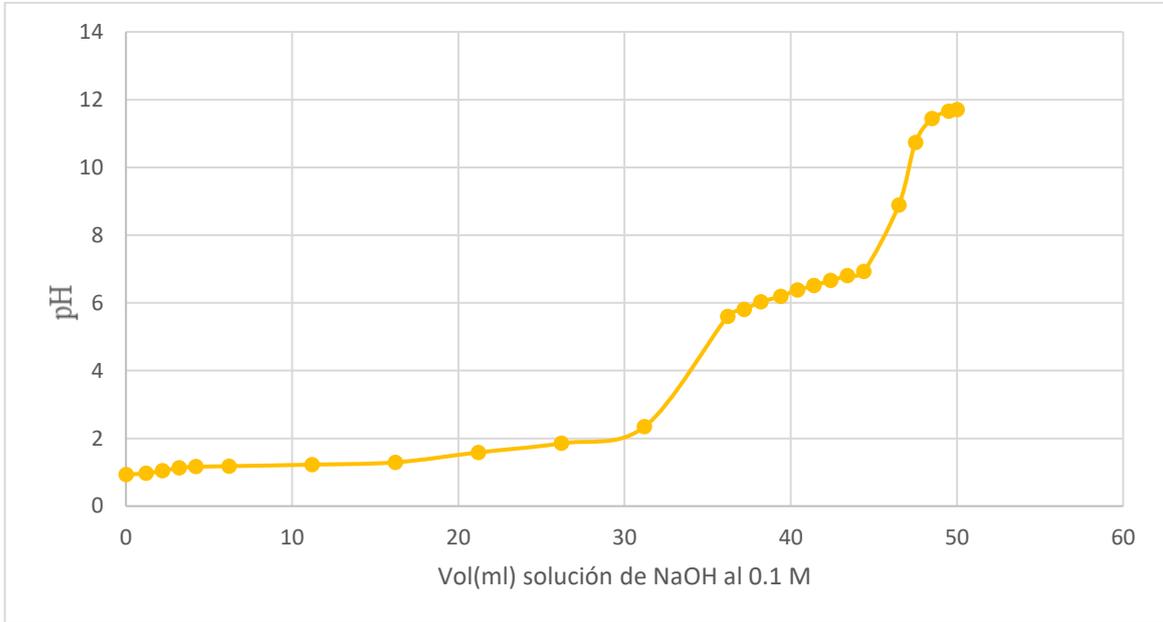


Figura 06. Curva de valoración con NaOH al 0.1 M. - masa 2

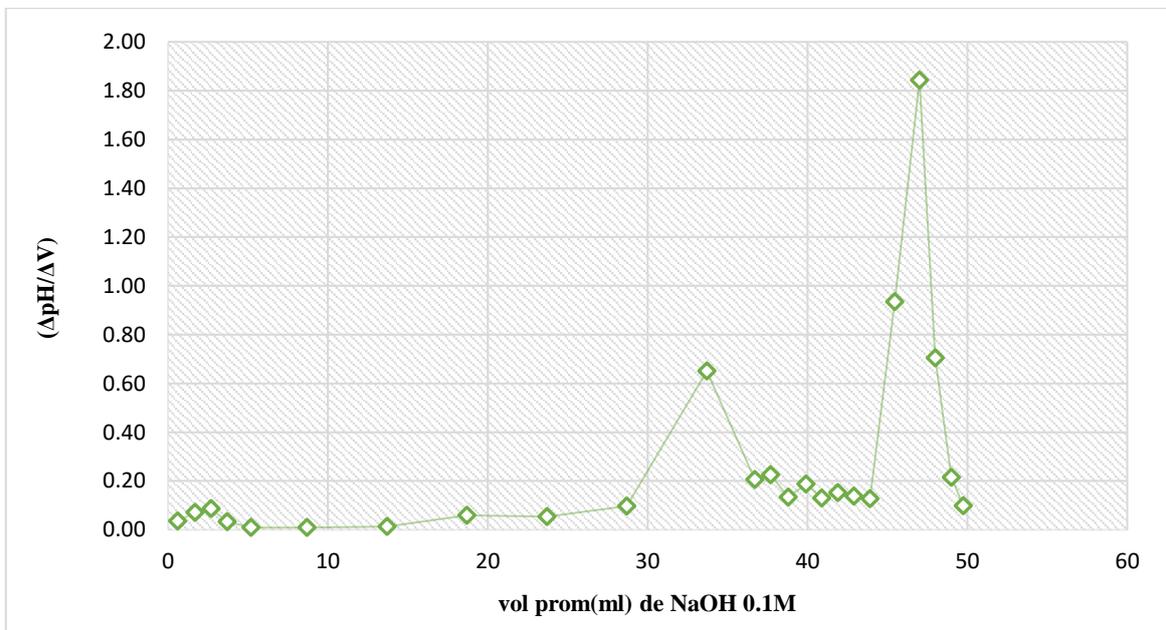


Figura 07. Primera derivada del pH vs volumen - masa 2

Tabla 04. Cálculo del Grado de Desacetilación.

	Titulación potenciométrica QM1	Titulación potenciométrica QM2
Y (ml)	38.9	47
x (ml)	28.5	33.7
f	0.1	0.1
w (g)	0.2535	0.2520
% GD	66.05	84.97

Fuente: elaboración propia.

3.2. Resultados de la Prueba de Control

La muestra de agua que se recolectó del centro poblado Los Positos, fue analizada para obtener la concentración inicial de plomo. Según el resultado el agua tuvo una concentración inicial de 0.001 mg Pb/l. Por lo tanto, fue necesario enriquecerla con 0.195 g de nitrato de plomo para realizar las pruebas de adsorción con quitosano; obteniendo una concentración inicial de 2.4549 mg Pb/l.

3.3. Resultados de las pruebas de adsorción de plomo con quitosano

Cabe recalcar que las dos masas de quitosano obtenidas a diferentes grados de desacetilación, fueron mezcladas para realizar las pruebas de adsorción, debido a que se tuvo poco rendimiento de obtención de quitosano.

Tabla 05. Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 4.5

pH= 4.5	
Dosis de quitosano (g)	Concentración remanente mg Pb/l
1.5	2.2572
2.0	1.0888
2.5	0.1310

Fuente: elaboración propia.

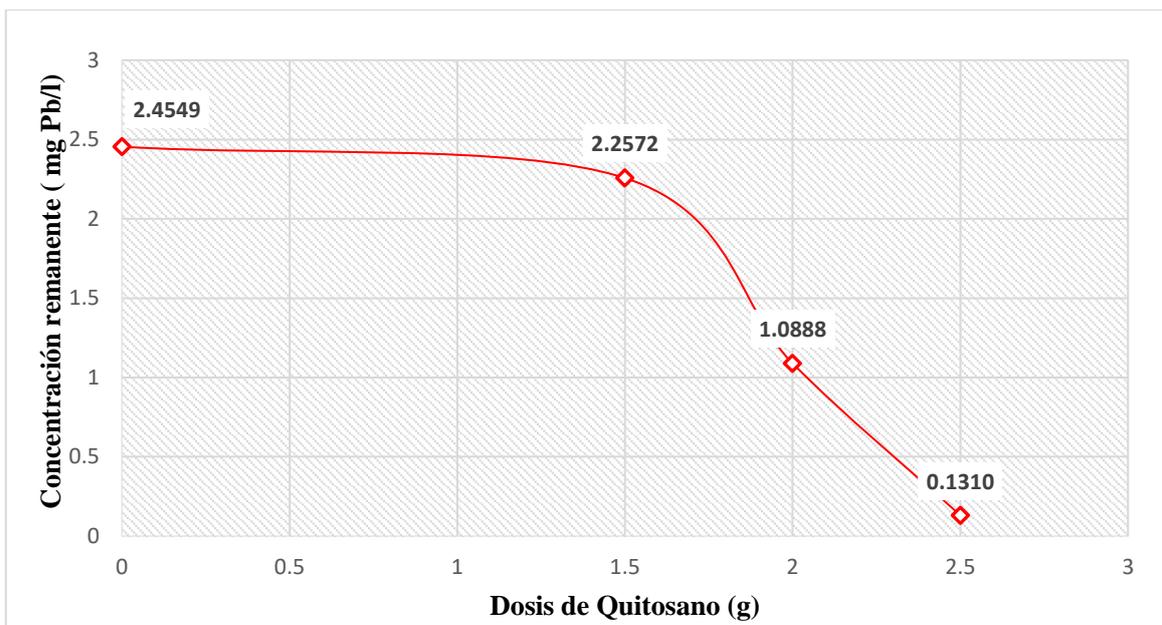


Figura 08. Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 4.5

En la figura 09 se muestra los resultados después de las pruebas de adsorción de plomo, teniendo como combinaciones a 3 masas diferentes de quitosano a pH 4.5, siendo 2.5 g de quitosano la dosis con mayor eficiencia de adsorción.

Tabla 06. Pruebas adsorción de plomo con quitosano a pH 5.25

pH= 5.25	
Dosis de quitosano (g)	Concentración remanente mg Pb/l
1.5	1.6417
2	1.0559
2.5	0.6818

Fuente elaboración propia.

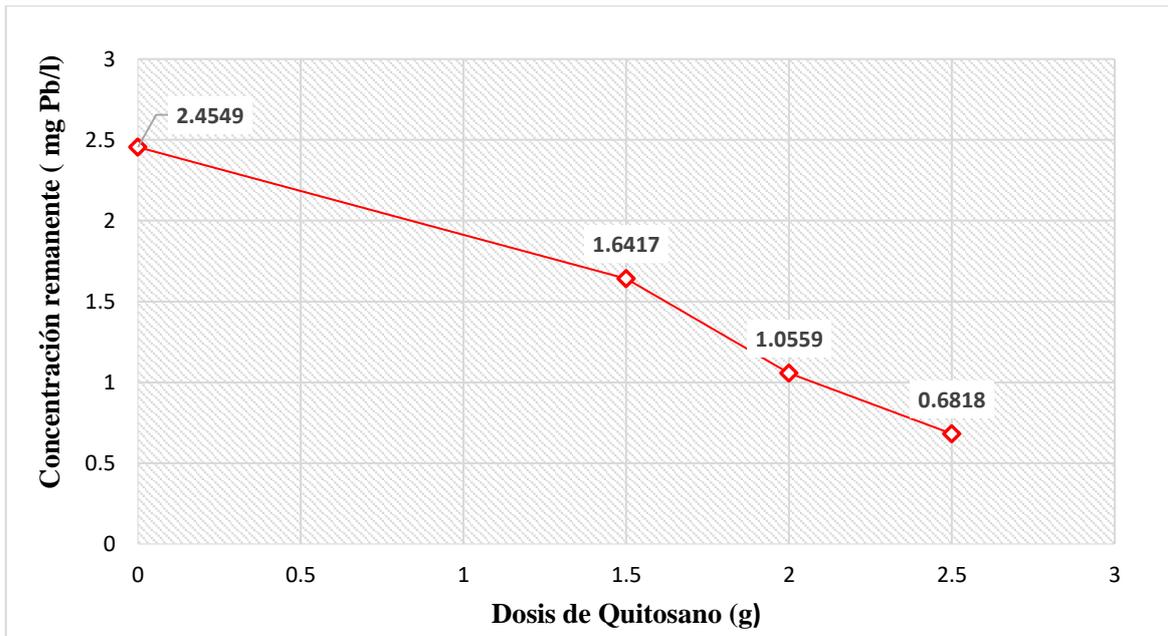


Figura 9. Pruebas adsorción de plomo con quitosano a pH 5.25

En la figura 10 se muestra los resultados después de las pruebas de adsorción de plomo, teniendo como combinaciones a 3 masas diferentes de quitosano a pH 5.25, siendo 2.5 g de quitosano la dosis con mayor eficiencia de adsorción.

Tabla 07. Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 6.3

pH= 6.3	
Dosis de quitosano (g)	Concentración remanente mg Pb/l
1.5	1.4339
2	0.4794
2.5	0.3889

Fuente: elaboración propia.

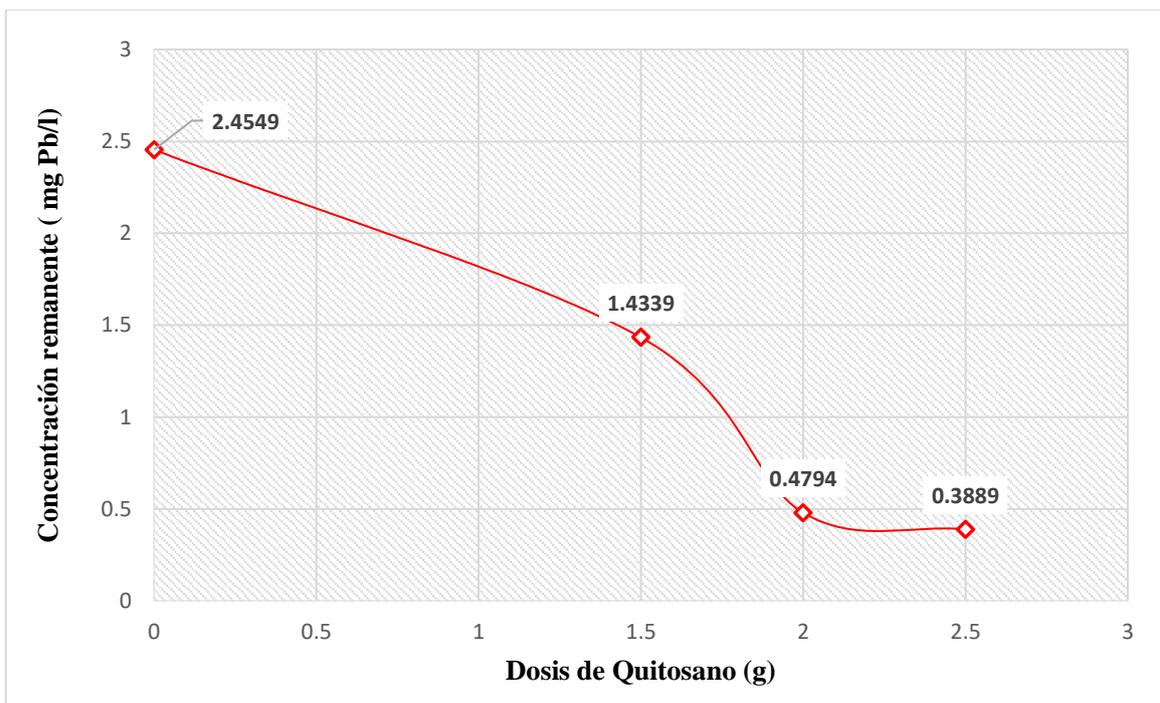


Figura 10. Pruebas de adsorción de plomo con quitosano a pH 6.3

En la figura 11 se muestra los resultados después de las pruebas de adsorción de plomo, teniendo como combinaciones a 3 masas diferentes de quitosano como pH 6.3, siendo 2.5 g de quitosano la dosis con mayor eficiencia de adsorción.

Tabla 08. Adsorción de Pb (mg/l) en las combinaciones de dosis de quitosano y pH

Dosis de Quitosano (g)	pH		
	4.5	5.25	6.3
1.5	2.2572	1.6417	1.4339
2	1.0888	1.0559	0.4794
2.5	0.1310	0.6818	0.3889

Fuente: elaboración propia.

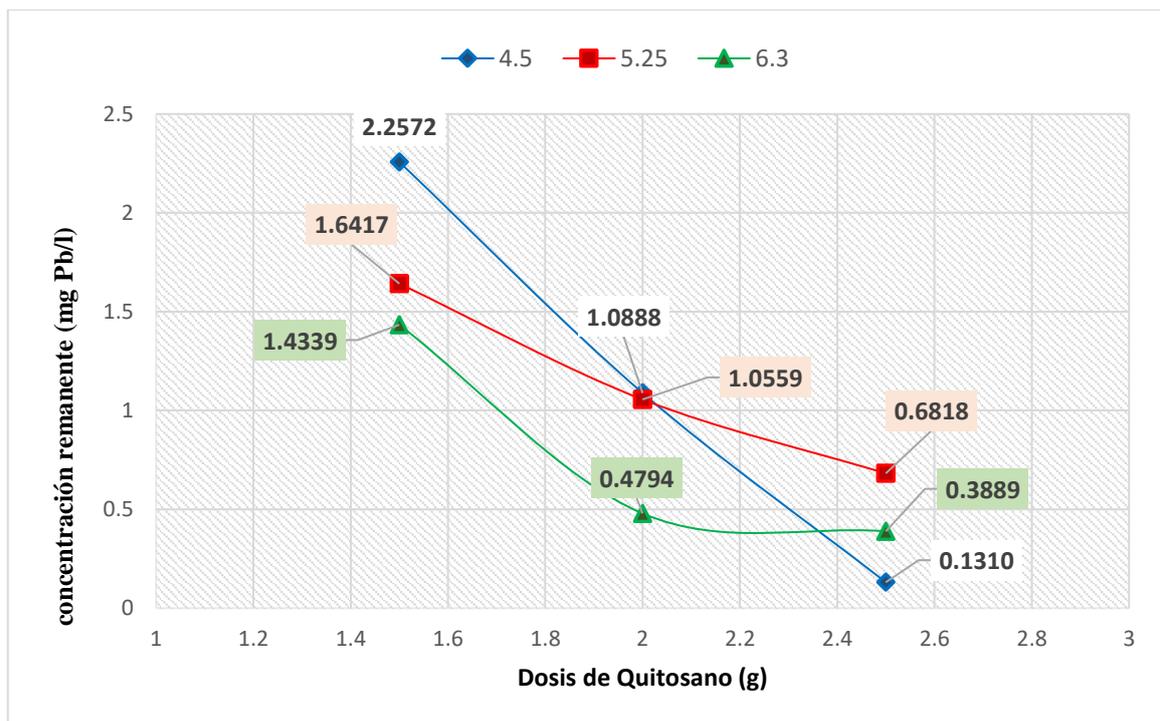


Figura 11. Adsorción de plomo con dosis de quitosano y valores de pH

La figura 12 se muestra los resultados después de las pruebas de adsorción de plomo, teniendo como combinaciones 3 valores de pH y 3 masas de quitosano, siendo 2.5 g de quitosano la dosis con mayor eficiencia de adsorción en todos los pH utilizados.

Tabla 09. Concentración final de Plomo (mg/l) y Eficiencia de Adsorción en las pruebas experimentales (%)

Muestra	Concentración inicial de Plomo (mg /l)	Dosis del adsorbente (g)	pH de la adsorción	Concentración final de Plomo (mg/l)	Eficiencia de adsorción (%)
1	2.4549	1.5	4.5	2.2572	8.05
2	2.4549	2	4.5	1.0888	55.65
3	2.4549	2.5	4.5	0.1310	94.66
4	2.4549	1.5	5.25	1.6417	33.13
5	2.4549	2	5.25	1.0559	56.99
6	2.4549	2.5	5.25	0.6818	72.23
7	2.4549	1.5	6.3	1.4339	41.59
8	2.4549	2	6.3	0.4794	80.47
9	2.4549	2.5	6.3	0.3889	84.16

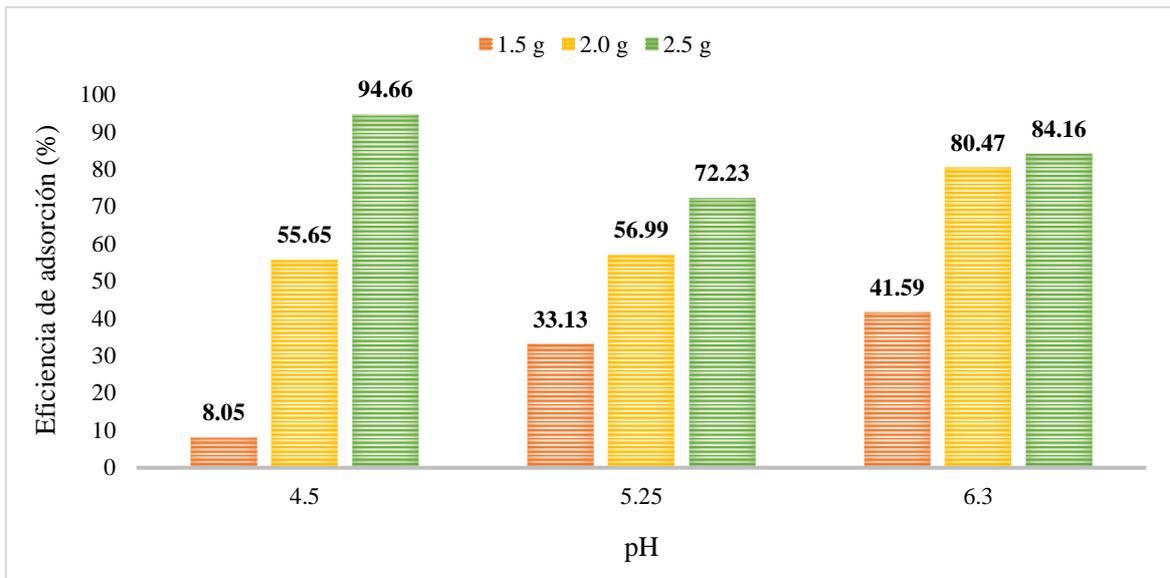


Figura 12. Eficiencia de Adsorción del Quitosano (%)

En la figura 13 se muestra los resultados de las pruebas de adsorción de plomo con quitosano para cada combinación utilizada. Los porcentajes de eficiencia de adsorción fueron variados, siendo mayor a dosis 2.5 g de quitosano y pH 4.5, alcanzando el 94.66 %.

3.4. Contrastación de hipótesis

Según los resultados obtenidos en las pruebas de adsorción se acepta la hipótesis alternativa una de las combinaciones de dosis y pH será eficiente en la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope, puesto que se obtuvo una eficiencia de 94.66 % utilizando 2.5 g de quitosano con pH 4.5.

Se rechaza la hipótesis nula, ninguna de las combinaciones de dosis y pH será eficiente en la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope, puesto que todas las pruebas realizadas adsorbieron el plomo en agua.

IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se presenta la eficiencia de adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino; teniendo como resultado 2.4549 mg Pb/l en la prueba de control. Los resultados fueron diferentes debido a que se hizo combinaciones de 3 dosis de quitosano y 3 valores de pH, se obtuvo una remoción muy considerable de plomo. En la interpretación de los gráficos se puede ver que, a mayor dosis, mayor es la adsorción, siendo 2.5 g de quitosano la dosis con mayor efectividad alcanzada en cada valor de pH empleado. Es así que, el 94.66 % de eficiencia de adsorción se obtuvo a pH 4.5. Por otro lado, estos resultados no coinciden con los del autor Quevedo (2017) en donde utiliza 0.1 g de quitosano en polvo para adsorber plomo; se basó en encontrar el pH óptimo para la adsorción a diferentes tiempos de contacto. Se concluyó que el pH óptimo fue 3, con un porcentaje de remoción de 74.38 % en una concentración inicial de 10 ppm, un tiempo de residencia de 90 min. y tamaño de partícula mayor 3 mm. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con la presente investigación, puesto que el pH de mayor adsorción fue a pH 4.5 y tamaño de partícula del adsorbente de 250 μm .

Según Unagolla y Adikary (2015) en su estudio sintetizó quitosano del cascarón de camarón, para adsorber metales pesados como cadmio y plomo. Se llevó a cabo dos tratamientos utilizando diferentes valores de pH de la solución de iones metálicos iniciales y dos valores diferentes de grado de desacetilación de quitosano, la concentración para ambos iones metálicos se tomó como 50 mg / l, a temperatura ambiente y a una velocidad de agitación de 450 rpm. Los valores de pH probados para Pb^{2+} fueron 2.0, 3.0 y 4.5. Se observó una tasa de adsorción significativamente alta en el quitosano que tiene mayor valor de DD. Esta investigación guarda cierta relación con el presente estudio ya que la mayor adsorción se dio a pH 4.5 con 2.5 g de quitosano.

Triana, Ruiz, Romero, Zuluaga y Chaur (2018) en su artículo sintetiza derivados de amino quitosano para remover metales pesados tales como plomo y mercurio, mediante espectroscopia de adsorción atómica. En cuanto a su desarrollo experimental, se tomó tres muestras de amino-quitosano y una muestra de quitosano, en las cuales se evaluó la influencia del pH en valores de 4 y 10. En el estudio se concluyó que para la remoción de metales como Pb (II) y Hg (II), mostraron un alto porcentaje de remoción a pH básicos

utilizando amino quitosano; sin embargo, el quitosano prístino exhibe una mayor eliminación de Pb (II) en los medios ácidos. Estos resultados guardan relación con los obtenidos en el presente estudio, puesto que el quitosano presentó buena eficiencia de adsorción a valores de pH ácidos.

Del mismo modo Pájaro y Díaz (2012) en su investigación utilizó quitosano para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas, para el desarrollo experimental se consideró realizar análisis para encontrar el pH óptimo entre valores del 1 al 8. Posteriormente se hicieron las isotermas de adsorción empleando 0.2 g quitosano y concentraciones iniciales de Cr (VI): 25, 50, 100, 200, 300, 600 y 1200 mg/l. Todas las soluciones se ajustaron a pH 2.0 con agitación constante por 3 horas. En el estudio se concluyó que en pH 2 se obtiene una buena remoción de este metal alcanzando 99.98 % de adsorción. Sin embargo, en el presente estudio para la adsorción de plomo en agua, los valores óptimos de pH fueron de 4.5 a 6.3, empleando 2.5 g de quitosano.

Altamirano (2015) en su trabajo para remover Pb^{2+} por medio de adsorción en quitosano, se preparó soluciones de 5, 25, 50, 70, 100 y 120 mg/l de Pb^{2+} a partir de $Pb(NO_3)_2$, siendo las condiciones de adsorción a temperaturas de 25, 35 y 50°C, a valores de pH de 4.33 a 5.62 y empleando 0.1 g de quitosano para cada tratamiento. En el trabajo se concluyó que los resultados de las concentraciones finales fueron 4, 20, 45, 60, 80 y 90 mg/l respectivamente; la adsorción mostró ser más eficiente a 25 °C, puesto que a mayor temperatura disminuye la adsorción y del mismo modo a mayor concentración del contaminante disminuye la efectividad de adsorción, debido a que satura a quitosano. Este estudio guarda cierta relación con la investigación realizada, ya que se evaluó los rangos de pH de 4.5, 5.25 y 6.3; cabe resaltar que se utilizó una sola concentración inicial del metal y dosis mayores de quitosano.

V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo quitosano a partir del exoesqueleto de langostino a través de dos tratamientos termoalcalinos, con rendimientos de 23.4 % y 25.66 % y con grados de desacetilación de 66.05 % y 84.97 %.
2. La concentración inicial de plomo en Los Positos según los análisis realizados en el Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A. fue 2.4549 mg Pb/l, cabe recalcar que el agua del centro poblado fue enriquecida con nitrato de plomo, debido a que se encontró una baja concentración de 0.001 mg Pb/l.
3. Para las pruebas de adsorción de plomo se realizaron 9 combinaciones de valores de pH de 4.5, 5.25 y 6.3 con dosis de quitosano de 1.5 g, 2.0 g y 2.5 g, las cuales tenían un tamaño de partícula de 250 μm .
4. Las concentraciones de plomo en el agua después de las pruebas de adsorción utilizando 2.5 g de quitosano fueron 0.1310 mg Pb/l con pH 4.5, 0.6818 mg Pb/l con pH 5.25 y 0.3889 mg Pb/l con pH 6.3, recalcando que para todas las pruebas fue la dosis más efectiva.
5. Las mayores adsorciones de plomo se obtuvieron utilizando 2.5 g de quitosano con pH 4.5, 5.25 y 6.3, en 700 ml de solución de Pb^{+2} , bajo agitación constante de 200 rpm, alcanzando el 94.66 %, 72.23 % y 84.16 % de eficiencia respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Se sugiere realizar estudios con otros residuos pesqueros para obtención de quitosano y poder evaluar su capacidad de adsorción.
- 2.** Se recomienda extraer quitosano en un solo tratamiento, ya que así tendremos un quitosano con mismas características.
- 3.** Se recomienda utilizar otros métodos más eficientes que ayuden a determinar la calidad del quitosano como espectroscopía de infra rojo o espectroscopía de Ultravioleta.
- 4.** Realizar otras variables de adsorción como tamaño de partícula, tiempo de contacto y concentración del metal, con la finalidad de profundizar en la investigación.

REFERENCIAS

ADVANCES in characterisation and biological activities of chitosan and chitosan oligosaccharides por Zou Pan [*et al*]. *Food Chemistry* [en línea]. 1 Enero 2016, vol 190. [Fecha de consulta: 11 mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615009681>
ISSN 03088146

ALTAMIRANO, Monserrat. Remoción de Pb^{2+} por medio de adsorción en quitosano. Tesis (para optar el grado de Ingeniero Ambiental). Coatzacoalcos: Universidad Veracruzana, 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309179618_Remocion_de_Pb_II_por_medio_de_adsorcion_en_quitosano.

ANNADUZZAMAN, M. Chitosan biopolymer as an adsorbent for drinking water treatment Investigation on arsenic and uranium. *TRITA-LWR LIC* [en línea]. Febrero 2015. [Fecha de Consulta: 25 de mayo de 2019]. Disponible en <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:813593/FULLTEXT02.pdf>.

ARIAS, Paola y MARQUEZ, Georman. Estudio de adsorción de plomo utilizando quitosano modificado con hierro. Tesis (para optar el grado de Ingeniero Químico). Machala: Universidad Técnica de Machala, 2017. pp. 41.

BUITRÓN, Diana. Biosorción de cromo y níquel en aguas contaminadas usando quitosano. Tesis (para optar el grado de Ingeniería Química). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad De Ingeniería Química, 2015. pp. 110.

CARDENAS, Omar. Caracterización de los productos de la desacetilación selectiva de quitina. Tesis (Licenciado en Ciencias Químicas). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2010. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/8790/1/19200890.pdf>

CLESCERI, Lenore, GREENBERG, Arnol y EATON, Andrew. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20.^a ed. California: American Public Health Association 1999. 1220pp.
ISBN: 0875532357

CONTRERAS, Keyla y HEREDIA, Victor. Aplicación del quitosano obtenido de los exoesqueletos de langostinos (*Litopenaeus vannamei*) en la reducción de la concentración de nitratos de aguas de pozo de la comunidad de Chaullacocha – Cutervo. Tesis (para optar el grado de Ingeniero Químico). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1222/BC- TES-5924.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONFIRMAN la presencia de plomo en 11 pozos de agua en Mórrope [en línea]. RPP Noticias: 5 de junio de 2018. [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2019]. Disponible en <https://rpp.pe/peru/lambayeque/confirman-la-presencia-de-plomo-en-11-pozos-de-agua-en-morrope-noticia-1127363>.

DÁVILA, Gisela y BONILLA, Pablo. Optimización del proceso de adsorción de plomo con quitosano modificado para ser utilizado en el tratamiento de aguas. *Química Central* [en línea]. 2011, vol. 2, no. 1. [Fecha de consulta: 3 junio de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/270904739_Optimizacion_del_Proceso_de_Adso rcion_de_Plomo_con_Quitano_Modificado_para_ser_Utilizado_en_el_Tratamiento_de_ Aguas

ISSN 1390-5562

DÍA mundial del agua: Miles de personas en el Perú consumen agua contaminada con metales como cadmio, arsénico, mercurio y plomo [en línea] Amnistía Internacional Perú: 19 de Enero de 2017. [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2019]. Disponible en: <https://amnistia.org.pe/noticia/dia-agua-metales-toxicos/>.

EFEECTO antimicrobiano del quitosano y cascara de naranja en el tratamiento de aguas por Yesenia Campo [et al]. *Rev. Investig. Altoandin.* [en línea]. 2017, vol.19, no. 4. [Fecha de consulta 10 de mayo de 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231329572017000400003&lng=es&nrm=iso

ISSN: 2313-2957.

ESTÁNDARES de calidad ambiental [en línea]. Ministerio del Ambiente, 17 de Junio de 2017. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>.

EXPORTACIONES de langostinos alcanzan récord [en línea]. ComexPerú: 9 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-de-langostinos-alcanzan-record>

FISCALÍA investiga presunta contaminación con plomo en Quillo [en línea]. Agencia Peruana de Noticias Andina: 4 de Diciembre de 2018. [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2019]. Disponible en <https://andina.pe/agencia/noticia-fil-lima-2017-premiar-an-ganador-de-novela-breve-676457.aspx/noticia-fiscalia-investiga-presunta-contaminacion-plomo-quillo-734880.aspxv>.

GIRALDO, Juan. Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano. [en línea]. Mayo 2015. [Fecha de consulta: 3 setiembre 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277302110_PROPIEDADES_OBTENCION_CARACTERIZACION_Y_APLICACIONES_DEL_QUITOSANO

INFORMACIÓN básica sobre el plomo en el agua potable [en línea]. Agencia de Protección Ambiental (EPA) US. 28 de Diciembre de 2018. Disponible en <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-plomo-en-el-agua-potable>

INOCENCIO, Daniela y VELASQUEZ, Martha. Hidroquímica de las aguas subterráneas de la cuenca del río duero y normatividad para uso doméstico. *Tecnol. cienc. agua* [en línea]. 2013, vol.4, no. 5. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000500008 ISSN: 2007-2422.

INTOXICACIÓN por plomo y salud. Organización Mundial de Salud [OMS]. 23 de agosto de 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

LÁREZ, Cristóbal. Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea]. Abril 2003, vol 4, no. 2. [fecha de consulta: 3 mayo de 2019]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/235791932_ALGUNOS_USOS_DEL_QUITOSANO_EN_SISTEMAS_ACUOSOS

LENNTECH B.V. Propiedades químicas del Plomo - Efectos del Plomo sobre la salud - Efectos ambientales del Plomo. [en línea] s.f. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>

LOPEZ, Milton. Contaminación minera en Perú: informe médico reveló presencia de metales pesados en menores [en línea]. Wayka.pe. 30 de octubre de 2017. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019]. Disponible en <https://wayka.pe/presencia-metales-pesados-en-ninos-de-los-andes/>

QUITINA y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones por Zulay Marmol [et al]. *Revista Tecnocientífica URU* [en línea]. Julio- Diciembre 2011, n. 01 [fecha de consulta: 3 de junio de 2019], pp. 53-58. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/235431334_Quitina_y_Quitosano_polimeros_amigables_Una_revision_de_sus_aplicaciones

ISSN: 2244 – 775

MUÑOZ, Juan. Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja “*Citrus cinensis*” pretratada. Tesis (para optar el grado de Ingeniero Químico). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2007. 82 pp.

3111 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry (2017), Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. [en línea]. [Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2019] Disponible en <https://www.standardmethods.org/doi/abs/10.2105/SMWW.2882.043>
DOI: 10.2105/SMWW.2882.043

NEW chitosan-imine derivatives: from green chemistry to removal of heavy metals from water por Triana Vivian [et al]. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea]. Octubre de 2018, no. 89. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2019]. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.redin.n89a05>

NIGERIA: Mueren 28 niños tras beber agua contaminada con plomo [en línea] TeleSUR Noticias: 15 de mayo de 2015. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.telesurtv.net/news/Nigeria-Mueren-28-ninos-tras-beber-agua-contaminada-con-plomo--20150515-0066.html>.

OBTENCIÓN y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón por Hernández H. [et al]. *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y*

Materiales [en línea]. 2009, vol 22, no. 3. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019]. Disponible en http://smcsyv.fis.cinvestav.mx/supyvac/22_3/SV2235709.pdf

PROMUEVEN exportación de langostinos peruanos al mercado brasileño [en línea]. *Agencia Peruana de Noticias Andina*: 16 de Agosto de 2019. [Fecha de consulta: 5 noviembre 2019]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-promueven-exportacion-langostinos-peruanos-al-mercado-brasileno-763615.aspx>.

PROBLEMAS de contaminación en el agua. Ecoportal.net. 7 setiembre de 2008. Disponible en: https://www.ecoportal.net/temasespeciales/agua/problemas_de_contaminacion_en_el_agua/.

PÁJARO, Yina y DÍAZ, Fredyc. Remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas usando quitosano obtenido de exoesqueleto de camarón. *Rev. Colomb. Quím.* [en línea]. 2012, vol.41, no.2. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012028042012000200008&script=sci_abstract&tlng=es.

ISSN: 0120-2804

QUITINA y Quitosano, polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones por Mármol Zulay [et al]. *Tecnocientífica URU* [en línea]. 2011, pp. 7. [Fecha de consulta: 10 diciembre 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235431334_Quitina_y_Quitosano_polimeros_amigables_Una_revision_de_sus_aplicaciones.

ISSN: 2244 - 775X

QUEVEDO, Jorge. Determinación de la capacidad de bioadsorción de plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del camarón. Tesis (para optar el título de Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales). Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca, 2017. pp. 105.

RESÚMENES de Salud Pública - Plomo. Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR] 6 de mayo de 2016. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html

SALA, Luis, ATRIA, Ana y SALAS, Juan. Biosorción para la eliminación de metales pesados en aguas de desecho. *Anales de la Real Sociedad Española de Química* [en línea]. 9

de junio de 2010, no. 2. [Fecha de consulta: 10 mayo de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3235861>

ISSN: 1575-3417.

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *TecnoLógicas* [en línea]. Enero-junio de 2015, vol. 18, no. 34. [Fecha de consulta: 3 mayo de 2019]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n34/v18n34a10.pdf>

ISSN 0123-7799

TECH BRIEF. Jar Testing. [En línea] 2005. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019]. Disponible en http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/jar_testing_DWFSOM73.pdf

TRATAMIENTOS para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales por Diego Caviedes [et al]. *Revista Ingeniería y Región* [en línea]. 30 de mayo de 2015, vol.13; no. 1. [Fecha de consulta: 20 de mayo]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5432290>

ISSN: 1657-6985

TUMBES: alarma por el consumo de agua contaminada con minerales pesados. [en línea]. La República, 18 de abril de 2018. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2019]. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/1229252-tumbes-alarma-por-el-consumo-de-agua-contaminada-con-minerales-pesados>.

UNAGOLLA, J. y ADIKARY, S. Adsorption characteristics of cadmium and lead heavy metals into locally synthesized Chitosan Biopolymer. *Tropical Agricultural Research* [en línea]. 2015, vol. 26, no. 2. [Fecha de consulta: 10 mayo de 2019], pp. 395-401. Disponible en: <https://tar.sljol.info/article/10.4038/tar.v26i2.8102/>.

WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos)/ONU-Agua. 2018. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París, UNESCO Biblioteca Digital. [en línea], 2018. [Fecha de consulta: 21 abril 2019]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>.

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índice
VD: Adsorción de plomo	<p>El plomo se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Sin embargo, la presencia de este metal en agua, puede ser origen antropogénico y natural debido a la composición química del subsuelo, es por ello que depende al carácter de cada zona y actividad que se desarrolle (Inocencio & Velasquez, 2013).</p> <p>Debido a la toxicidad de este metal se han desarrollado diferentes técnicas para la remoción, la adsorción es una de ellas. Este es un proceso en el que elementos químicos contaminantes en medios acuosos o llamados adsorbatos son atraídos por la unión química o física a la superficie sólida o adsorbente (Annaduzzaman, 2015).</p>	<p>Para determinar la concentración de plomo en las aguas subterráneas del Distrito de Mórrope, se realizará un análisis. Luego se llevará a cabo el tratamiento utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino como adsorbente, el cual será activado a diferentes niveles de desacetilación.</p> <p>Para finalizar se evaluará el nivel de adsorción de plomo a diferentes dosis de quitosano.</p>	Concentración	mg Pb/l
VI: Dosis de Quitosano y pH	<p>El quitosano es un biopolímero obtenido por desacetilación de la quitina, el cual es extraído principalmente del exoesqueleto de crustáceos (Muñoz, 2007, pág. 24).</p> <p>La cantidad de biomasa y el pH son factores que más influyen durante un sistema de adsorción, este último dependerá de la naturaleza del metal en la solución (Buitrón, 2015).</p>	<p>Se aplicará diferentes dosis de quitosano a diferentes valores de pH, para adsorber plomo en aguas subterráneas del Distrito de Mórrope. Para ello se utilizará la prueba de jarras el cual consta de 6 vasos precipitados con sistemas de agitación.</p>	Dosis pH	g/l Adimensi onal

Fuente: elaboración propia

Anexo 02. Cálculo del porcentaje de humedad

Se calcula en la siguiente fórmula:

$$\% H = (MR - MV / MQ) \times 100$$

Tabla 10. *Porcentaje de humedad del quitosano.*

	Masa 1	Masa 2
MV: masa de recipiente vacío(g)	55	55
MQ: masa de la muestra de quitosano(g)	120.11	105.58
MR: Masa del recipiente con muestra sin humedad(g)	66.7	68
Humedad (%)	9.74	12.31

Fuente: elaboración propia.

Anexo 03. Resultados de la caracterización del quitosano y condiciones de adsorción



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Físicoquímico
USUARIO : Sanchez Idrogo Erika Meliza
PROYECTO : Adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino
FECHA DE EMISIÓN : 02 de diciembre del 2019

	TAMAÑO DE PARTÍCULA (um)	HUMEDAD (%)	GRADO DE DESACETILACIÓN (%)	RENDIMIENTO TOTAL DEL PROCESO (%)
BIOMASA 01	250	9.74	66.05	23.4
BIOMASA 02	250	12.31	84.97	25.66
EQUIPO/MÉTODO	STANDARD TEST SIEVE	ESTUFA DAHAN	TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA	BALANZA ANALÍTICA SARTORIUS

Parámetros analizados para la caracterización de la biomasa

N° MUESTRA	DOSIS(g)	RPM	TIEMPO	PH	EQUIPO
01	1.5	200	60 min	4.5	Prueba de jarras
02	2.0	200	60 min	4.5	Prueba de jarras
03	2.5	200	60 min	4.5	Prueba de jarras
04	1.5	200	60 min	5.25	Prueba de jarras
05	2.0	200	60 min	5.25	Prueba de jarras
06	2.5	200	60 min	5.25	Prueba de jarras
07	1.5	200	60 min	6.3	Prueba de jarras
08	2.0	200	60 min	6.3	Prueba de jarras
09	2.5	200	60 min	6.3	Prueba de jarras

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

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Dra. Karelina Quiroz Toledo
 Laboratorio de Biotecnología y Microbiología

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Chiclayo Fimentel Km. 3.5
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/uev_peru
 @uev_peru
 #saliradelante
 uev.edu.pe

Anexo 04. Resultado de la prueba control



INFORME DE ENSAYO

IE01119087

Identificación del Cliente

Cliente:	LILIAN GARCIA QUINDE	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LILIAN GARCIA QUINDE	email:	liliangg.2806@gmail.com
Teléfonos:	969029106	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA FORTIFICADA CON PLOMO - 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 ± 5°C. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO ₃ A pH < 2.	
Responsable del muestreo:	LILIAN GARCIA QUINDE (CLIENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	06 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	6	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	7	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119099	Emisión del informe:	8	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.2	°C
			Humid.	52	%
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 pH =1.5					

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3113 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO

IE01119087

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISCOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1		
Código Laboratorio	01119005.001		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA FORTIFICADA CON PLOMO		
Fecha de muestreo	5/11/2019		
Hora de muestreo	15:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	
	Agua	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
PLOMO	mg Pb/L	0.0050	2.4549

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 lo 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 Arayza Jimenez
DIRECTOR DEL LABORATORIO
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

Anexo 05. Resultados de la concentración de plomo remanente después de las pruebas adsorción con quitosano



INFORME DE ENSAYO

IE01119108

Identificación del Cliente

Cliente:	SANCHEZ IDROGO ERIKA MELIZA	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO.
Ensayo solicitado por:	SANCHEZ IDROGO ERIKA MELIZA	email:	erikasanchezidrogo@gmail.com
Teléfonos:	952538802	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON QUITOSANO - 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 HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	SANCHEZ IDROGO ERIKA (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:	OT01119119	Emisión del Informe:	19	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.8	$^{\circ}\text{C}$
			Humid.	51	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en ICC: 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
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO
IE01119108
RESULTADOS ANALÍTICOS
ENSAYOS FISCOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2		
Código Laboratorio	01119119.001	01119119.002		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.5 g DE QUITOSANO pH=6.25	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.5 g DE QUITOSANO pH=6.30		
Fecha de muestreo	14/11/2019	14/11/2019		
Hora de muestreo	10:30	16:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	
	Agua	-	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados
PLOMO	mg Pb/L	0.0050	1.6417	1.4339

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 lo 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.

INFORME DE ENSAYO

IE0119125

Identificación del Cliente

Cliente:	SANCHEZ IDROGO ERIKA MELIZA	Dirección:	AV. BOLDIGNESI 435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	SANCHEZ IDROGO ERIKA MELIZA	email:	erikasanchezidrogo@gmail.com
Teléfonos:	952538862	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON QUITOSANO - 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 $\leq 5^{\circ}\text{C}$. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	SANCHEZ IDROGO ERIKA (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:	YSEFANIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	20 NOVIEMBRE 2019
Número de Orden de Trabajo:	OT0119124	Emisión del Informe:	22 NOVIEMBRE 2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp. 25.3 °C Humedad rel. 52 %
<p>Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:</p> <p>LA MUESTRA LLEGARON EN TRES FRASCOS PLASTICOS DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$</p>			

Objeto de petición de los ensayos

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



INFORME DE ENSAYO

IE01119125

RESULTADOS ANALÍTICOS ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3		
Código Laboratorio	01119124.001	01119124.002	01119124.003		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.5 g. DE QUITOSANO pH=4.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2 g. DE QUITOSANO pH=4.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2.5 g. DE QUITOSANO pH=4.5		
Fecha de muestreo	19/11/2019	19/11/2019	19/11/2019		
Hora de muestreo	08:30	08:30	08:30		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-	
	Agua	-	-	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO	mg Pb/l	0.0050	2.2572	1.0888	0.1210

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 lo 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 Anayo Jiménez
DIRECTOR DEL LABORATORIO
LCC - SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

INFORME DE ENSAYO

IE01119128

Identificación del Cliente

Cliente: SANCHEZ IDROGO ERIKA MLLUZA Dirección: AV. BOLOSYESI-455-CHICLAYO
 Ensayo solicitado por: SANCHEZ IDROGO ERIKA MLLUZA email: erikasanchezidrogo@gmail.com
 Teléfonos: 952588602 Fax:

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia: MUESTRA AGUA TRATADA CON CLOROSANO - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO
 DEPARTAMENTO DE LAMBAYEGUE
 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 FLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO₃ A pH < 2.
 Responsable del muestreo: SANCHEZ IDROGO ERIKA (CLIENTE EXTERNO)

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	26 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	26	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YSENYA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	27	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119134	Emisión del Informe:	29	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.3	°C
			Humid.	54	%

Descripción del estado de la muestra a la recepción: en LCC.
 LA MUESTRAS LLEGARON EN CUATRO FRASCO PLASTICO DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN pH=1.5

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
FLOMO	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 3113 B, 2nd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO
IE01119128
RESULTADOS ANALÍTICOS
ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Código Laboratorio		01119134.001	01119134.002	01119134.003	01119134.004
Tipo de Matriz		AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO
Descripción		MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2.0 g DE QUITOSANO pH=5.25	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2.5 g DE QUITOSANO pH=5.75	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2.0 g DE QUITOSANO pH=6.3	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2.5 g DE QUITOSANO pH=6.4
Fecha de muestreo		21/11/2019	21/11/2019	21/11/2019	21/11/2019
Hora de muestreo		16:30	16:30	16:30	16:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-	-
	Agua	-	-	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMBO	mg Pb/L	0.0050	1.0559	0.5818	0.4794
					0.3880

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayos 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 lo 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 Amado Jirapez
 Responsable del Laboratorio
 LCC - SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

Anexo 06. Registro fotográfico de la elaboración de tesis




Búsqueda de los langostinos, en el mercado Modelo de Chiclayo.



Lavado y seleccionado del exoesqueleto de langostino



Secado y tamizado de la cáscara de langostino.



Primer tratamiento: desmineralización, lavado y filtrado.



Segundo tratamiento: desproteinización, lavado y filtrado

a) NaOH 50 %



b) NaOH 70 %



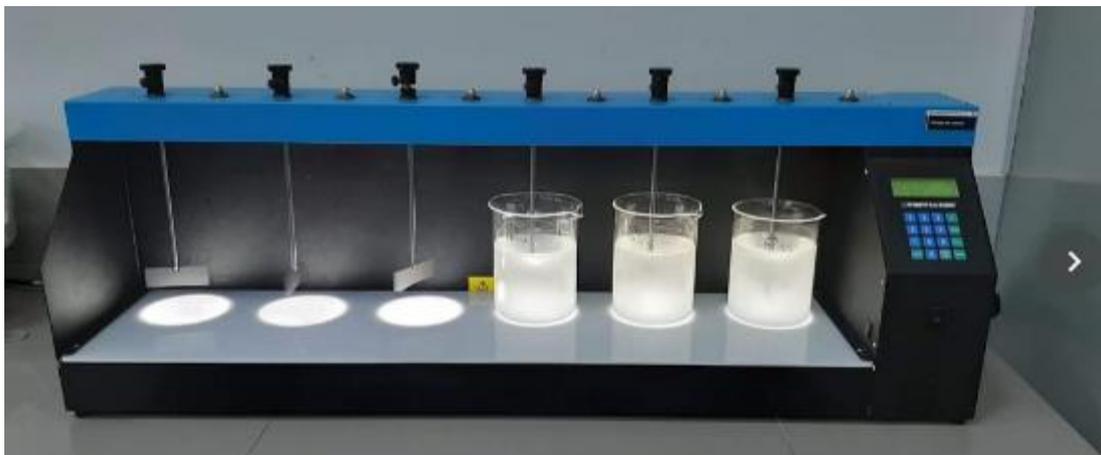
Tercer tratamiento: Desacetilación de cada biomasa quitina.

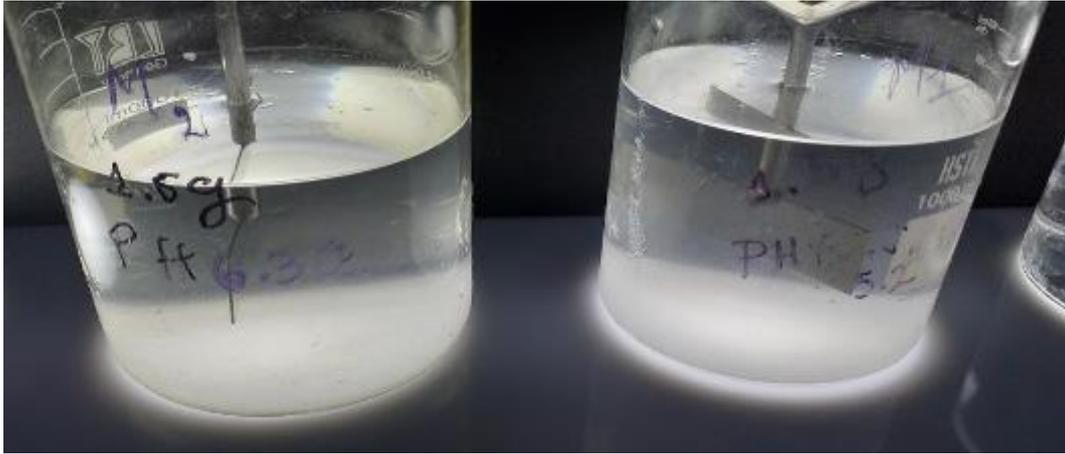


Tamizado del quitosano utilizando una malla de 250 μ m.



Dosificación de quitosano para cada prueba de adsorción de plomo.





Ensayos de adsorción en la prueba de jarras



Filtrado de las muestras después de las pruebas de adsorción con quitosano



Recipientes de 1 litro conservadas para ser llevadas al laboratorio de Control de Calidad Sedalib S.A.C.