



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Reducción de Plomo y Cadmio en aguas residuales textiles
mediante biocompósito de Quitina obtenido del caparazón de
mejillones

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Arroyo Bellodas, Johan Jerko (orcid.org/0000-0002-8784-3312)

Huaman Hanco, Yuli (orcid.org/0000-0003-3498-0978)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres por el cariño y apoyo incondicional durante estos años los que permitieron que llegase a lograr la meta. A mi hermana por el empuje que me brindó día a día sin dejar que me rindiese.

A todas las personas que nos han apoyado a que todo este esfuerzo y trabajo sea posible.

Arroyo Bellodas, Johan Jerko

A Dios por guiarme en el camino y ayudarme a cumplir cada una de mis metas. A mis padres y hermanos por el apoyo, enseñanzas y motivación en mi etapa universitaria.

Huaman Hanco, Yuli

Agradecimiento

A mi asesor el Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto por sus enseñanzas y estar presente apoyándonos en cada etapa de nuestra presente investigación.

Arroyo Bellodas, Johan Jerko

A Dios por guiarme en mi etapa universitaria y a mis padres que siempre fueron mi motivo a salir adelante.

A mi asesor el Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto por su enseñanza, paciencia y apoyo en todo el proceso de nuestra tesis.

Huaman Hanco, Yuli

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vii |
| Resumen | viii |
| Abstract | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 12 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 12 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 12 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 13 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 13 |
| 3.5. Procedimiento | 15 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos..... | 25 |
| 3.7. Aspectos éticos | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN | 44 |
| VI. CONCLUSIONES | 48 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 49 |
| REFERENCIAS..... | 50 |
| ANEXOS | 58 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos (método potenciométrico)..... | 22 |
| Tabla 2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos (método potenciométrico)..... | 26 |
| Tabla 3. Resultados de los parámetros biológicos..... | 26 |
| Tabla 4. Resultados de los parámetros físicos (método gravimétrico) | 27 |
| Tabla 5. Concentración inicial del plomo y cadmio..... | 28 |
| Tabla 6. Concentración inicial y final de plomo en aguas de industria textil..... | 28 |
| Tabla 7. Determinación de absorbancia de la quitina..... | 30 |
| Tabla 8. Capacidad de adsorción de la quitina (método de isoterma de Langmuir). | 30 |
| Tabla 9. pH óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo y cadmio. | 32 |
| Tabla 10. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo en el primer tratamiento. | 33 |
| Tabla 11. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo, segundo tratamiento..... | 34 |
| Tabla 12. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo en el tercer tratamiento. | 35 |
| Tabla 13. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio. | 37 |
| Tabla 14. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio. | 38 |
| Tabla 15. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio. | 39 |
| Tabla 16. Pruebas de normalidad para parámetros fisicoquímicos (PFQ) del agua residual textil..... | 40 |
| Tabla 17. Pruebas de normalidad de parámetros biológicos del agua residual textil..... | 40 |
| Tabla 18. Pruebas de normalidad para parámetros físicos del agua residual textil..... | 41 |
| Tabla 19. Correlaciones de los parámetros biológicos en el | |

| | |
|--|----|
| agua residual textil. | 41 |
| Tabla 20. Correlaciones de los parámetros físicos del agua residual textil. | 42 |
| Tabla 21. Pruebas de normalidad del Pb residual y Pb absorbido. | 43 |
| Tabla 22. Pruebas de normalidad del Pb residual y Pb absorbido. | 43 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructura química de la quitina. | 6 |
| Figura 2. Flujograma del procedimiento general de la investigación. | 15 |
| Figura 3. Curva de titulación. | 18 |
| Figura 4. Método de la primera derivada. | 19 |
| Figura 5. Método de la segunda derivada. | 19 |
| Figura 6. Curva de calibración con estándares de azul de metileno | 29 |
| Figura 7. Isotherma de Langmuir | 31 |
| Figura 8. pH óptimo del biocompósito de quitina. | 32 |
| Figura 9. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina en el primer tratamiento | 34 |
| Figura 10. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina del segundo tratamiento | 35 |
| Figura 11. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina del tercer tratamiento. | 36 |
| Figura 12. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina primer tratamiento. | 37 |
| Figura 13. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina segundo tratamiento. | 38 |
| Figura 14. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina tercer tratamiento. | 39 |

Resumen

La contaminación por industrias textiles se ha convertido en un problema mundial ya que es responsable del 20% del agua residual que se descarga a las diferentes masas de agua, afectando a la población y la vida acuática. Por ello, la presente investigación evaluó la capacidad del biocompósito de quitina del caparazón de mejillones para la reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles. El biocompósito de quitina se utilizó en distintos valores de pH (4, 5, 6, 7 y 8) en función de diferentes dosis (2, 3, 4, 5 y 6 g/L) y diferentes tiempos de contacto (15, 30 y 45 min). Los resultados mostraron que el biocompósito de quitina logró una reducción del 46.78 % de plomo (Pb) y 42.44 % de cadmio (Cd) a pH 8, con una dosis de 6 g/L y un tiempo de 45 min de contacto. Por último, se concluye que el tratamiento con el biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones en aguas residuales textiles es eficiente en la reducción de plomo y cadmio, y puede ser aplicado en efluentes de diferentes industrias.

Palabras clave: Quitina, aguas residuales, biocompósito, Plomo, Cadmio.

Abstract

Pollution from textile industries has become a global problem since it is responsible for 20% of the residual water that is discharged into different bodies of water, affecting the population and aquatic life. Therefore, the present investigation evaluated the capacity of the chitin biocomposite from the shell of mussels for the reduction of Pb and Cd in textile wastewater. The chitin biocomposite was used at different pH values (4, 5, 6, 7 and 8) depending on different doses (2, 3, 4, 5 and 6 g/L) and different contact times (15, 30 and 45 min). The results showed that the chitin biocomposite achieved a reduction of 46.78 % of lead (Pb) and 42.44 % of cadmium (Cd) at pH 8, with a dose of 6 g/L and a contact time of 45 min. Finally, it is concluded that the treatment with the chitin biocomposite obtained from the shell of mussels in textile wastewater is efficient in the reduction of lead and cadmium, and can be applied to effluents from different industries.

Keywords: Chitin, wastewater, biocomposite, Lead, Cadmium.

I. INTRODUCCIÓN

La disposición de aguas servidas industriales en medios acuáticos sin previo y adecuado tratamiento puede causar serios problemas de contaminación al ecosistema y la salubridad de la humanidad. Se estima que a nivel mundial, el vertido de compuestos sintéticos como productos industriales y de consumo a fuentes superficiales son de aproximadamente 300 toneladas anualmente (Robledo et al. 2017), y según el informe mundial de las naciones unidas, actualmente existen 2.200 millones de habitantes que se encuentran sin acceso al agua potable y otros 4.200 millones que no cuentan con un sistema de saneamiento seguro (UNESCO, 2020). Uno de los causantes de esta problemática es la industria textil responsable del 20% del agua residual a nivel mundial, sabiéndose que el rubro de vestimenta hace uso de 93.000 millones de m³ de agua anualmente, un volumen que sería suficiente para cubrir la demanda de agua potable de más de 5 millones de habitantes (ONU, 2019).

El Comité de Oxford de Ayuda contra el Hambre, indica que el Perú se encuentra dentro de los 20 países más ricos a nivel mundial en cuanto al recurso hídrico (OXFAM), sin embargo, la calidad del agua está siendo alterada por diversas industrias que generan aguas residuales. Una de ellas es la industria textil que tan solo en el proceso de lavado genera grandes cantidades de colorantes químicos que contienen metales pesados plomo (Pb) y cadmio (Cd), lo que origina condiciones extremas en la demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBQ), potencial de hidrogeniones como el color y salinidad. La gran cantidad de estos productos son vertidos al alcantarillado causando daños a los ecosistemas acuáticos y riesgo a la salud humana (Guillén et al. 2021). Cabe destacar que la industria textil es uno de los más importantes en la economía del país debido a que se genera empleo en las diferentes fases de la producción, sin embargo, se estima que el 50% de los colorantes entre ellos el azul de metileno son vertidas directamente a las fuentes hídricas contaminándolas y ocasionando grandes problemas ambientales que tardan 46 años en degradarse a una temperatura de 25°C y un pH 7 siendo recalcitrantes en los tratamientos convencionales (Huiman, 2022).

Según el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), Lima genera alrededor de 1.2 millones de m³ de aguas servidas en los sistemas de alcantarillado y solo el 20% recibe tratamiento (OEFA, 2014). Uno de los causantes son las industrias textiles que descargan sus aguas contaminadas con metales pesados directamente a las fuentes hídricas alterando la calidad ambiental de las aguas costeras (Brañez, 2018). Esto indica que Lima podría estar convirtiéndose en la segunda ciudad a nivel mundial por detrás de la ciudad del Cabo en quedarse sin agua potable (Alnavio, 2021).

Por lo antes mencionado, este estudio es importante para minimizar el nivel de contaminantes metálicos en las masas de agua, esto al proponer un componente natural obtenido del cascarón de los *Mytilidae*. El manejo de estos residuos se da con finalidad de extraer la quitina para formar el biocompósito y así reducir metales pesados para conservar la calidad del agua y sea un tipo de reutilización que no perjudique a las aguas que van por las alcantarillas y cumplan los valores máximos permisibles (VMA).

Por consiguiente, para este estudio se aborda el siguiente problema general: ¿Cuál es la capacidad del biocompósito de quitina del caparazón de mejillones para la reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles?, y los problemas específicos son: ¿Cuál es el pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles utilizando biocompósito de quitina del caparazón de mejillones?, ¿Cuál es la dosis óptima del biocompósito de quitina del caparazón de mejillones para reducir Pb y Cd en aguas residuales textiles? Y ¿Cuál es el tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles utilizando biocompósito de quitina del caparazón de mejillones?

A nivel ambiental, la investigación busca reducir metales pesados como el Pb y Cd en aguas residuales de industria textil, ya que son altamente tóxicos y perjudiciales para el ecosistema acuático y de llegar a niveles freáticos este alteraría la cadena trófica, es por ello la importancia de buscar métodos naturales que resulten eficientes en la reducción de dichos metales y que permitan un agua sostenible para la sociedad y la vida acuática. En el aspecto económico se busca

recuperar el agua para su reutilización en la industria textil o categorizar a categoría 3 de los estándares de calidad ambiental, también se busca evitar costos altos que serían necesarios para métodos, mecanismos o técnicas en la reducción de los contaminantes plomo y cadmio en aguas residuales textiles puesto que, sería muy peligroso si es que se vierten al sistema de alcantarillado público sin un tratamiento previo. En cuanto al aspecto social el tratamiento con el biocompósito de quitina hace que estas aguas residuales no generen organismos patógenos que perjudican la salubridad pública y brinden una calidad de vida amigable al medio ambiente.

El objetivo general del trabajo de investigación es: Evaluar la capacidad del biocompósito de quitina del caparazón de mejillones para la reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles. Como objetivos específicos se tiene: Determinar el pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles utilizando biocompósito de quitina del caparazón de mejillones; determinar la dosis óptima del biocompósito de quitina del caparazón de mejillones para reducir Pb y Cd en aguas residuales textiles y determinar el tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales textiles utilizando biocompósito de quitina del caparazón de mejillones.

Por lo tanto, en la presente investigación se abordó la siguiente hipótesis general: El tratamiento con el biocompósito de quitina del caparazón de mejillones reduce las concentraciones de plomo y cadmio en aguas residuales textiles.

II. MARCO TEÓRICO

La contaminación de aguas residuales con metales pesados es un problema que afecta a todo el medio ambiente, y por ello la necesidad de aplicar métodos como la bioadsorción que sean efectivos, accesibles y tengan un costo menor al de las técnicas convencionales (Tamjidi et al. 2020). Según Alonso et al. (2018), las aguas provenientes de la industria textil son altamente contaminadas por surfactantes, colorantes, sales inorgánicas y diferentes compuestos químicos que son utilizados durante el proceso de producción de telas y prendas de vestir.

Se considera a los metales pesados como contaminantes inorgánicos dañinos para el medio ambiente y más cuando se encuentran en cantidades menores, ya que se convierten en componentes nocivos por su persistencia en los cuerpos de agua. En la mayoría de casos no son tratados por el alto costo es por ello que se estudiaron diversas tecnologías que ayuden a reducir estos contaminantes y no sean costosas (Choque et al. 2022).

Uno de estos metales es el cadmio (Cd) considerado como elemento metálico pesado no esencial que se libera al ambiente de manera natural o por intervención del hombre. El Cd es tóxico por el alto grado de persistencia y resistencia a largo plazo en el agua y suelo. La resistencia de larga duración en estos recursos da como resultado la absorción y acumulación en los tejidos de las plantas lo que conlleva a un gran problema en la cadena alimentaria y la salubridad de la humanidad (Shaari et al. 2021).

El plomo es un elemento metálico natural que está presente en los recursos naturales. Este metal ha sido utilizado por el hombre en diversos productos de manufactura como pinturas, cosméticos, tintes, entre otros. Sin embargo, fue convirtiéndose en uno de los principales contaminantes más nocivos para la salubridad pública y el medio ambiente. Por tanto, es necesario aplicar métodos que ayuden a reducir o eliminar este contaminante para evitar el vertido directo al ambiente y cumplan con los valores máximos admisibles (Medina et al. 2021).

El tratamiento de aguas residuales es un proceso que incluye la coagulación, precipitación, filtración y desinfección de todas aquellas sustancias biológicas, químicas o físicas que son potencialmente dañinas para el suministro de agua de uso humano y doméstico. Este tratamiento ayuda a producir agua segura, apetecible, clara, incolora e inodora (Pakharuddin et al. 2021). Además, deben de cumplir los valores máximos admisibles (VMA) para los parámetros fisicoquímicos y biológicos como: El pH, definido como una medida convencional que permite expresar la concentración de iones de hidrógeno de manera simplificada (García 2011). Potencial redox, se usa como una medida de las actividades de los electrones. El término redox expresa los procesos de reducción u oxidación que se producen en soluciones acuosas (Goncharuk et al. 2010). Conductividad eléctrica, se le denomina a la habilidad que tiene una solución acuosa para conducir electricidad, ya que en ella existen partículas cargadas eléctricamente denominadas iones (Rodríguez, 2009). La turbidez en términos matemáticos viene a ser el logaritmo natural de la disminución de la intensidad luminosa al pasar un rayo de luz por un medio de espesor. La turbidez es una medida que sirve para determinar la cantidad de partículas suspendidas en el agua (Martínez-Orjuela et al. 2020). Sólidos totales, son todas aquellas sustancias (disueltas o suspendidas) diferentes al agua. Estos sólidos afectan la calidad de este recurso de diversas maneras; si se encuentra con alta concentración de sólidos disueltos por lo general son de baja potabilidad y pueden ocasionar reacciones fisiológicas perjudiciales en los seres humanos. Demanda química de oxígeno, es la medida del oxígeno equivalente a la materia orgánica que se encuentra en una muestra y es susceptible a ser oxidado por un oxidante químico fuerte bajo ciertas condiciones de temperatura, acidez y tiempo. El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua y es esencial para el recurso hídrico, también es un indicador de contaminantes o si se encuentra apto para la vida acuática y vegetal. El DBO_5 es la cantidad total de oxígeno que consumen los microorganismos por los 5 primeros días de biodegradación (Rincon, 2016). Por último, el DBO es la cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos heterótrofos para convertir la materia orgánica metabolizable de una muestra a CO_2 , realizada a condiciones aerobias con presencia de O_2 hasta el final de la prueba (Oikawa et al. 1984).

Para el tratamiento de aguas servidas contenidas de metales pesados existen diversos métodos como el uso del biocompósito que está conformado por varios materiales de diversa naturaleza, que a su vez, forman un nuevo material con propiedades eléctricas, físicas y mecánicas diferentes al material original y tienen mayor eficiencia en cuanto a la eliminación de contaminantes (Montes, 2014). Por otro lado, Gonzalo (2019) usó el hidrogel combinado con materias inorgánicas para generar biocompuestos en la adsorción de iones metálicos pesados presentes en aguas servidas de origen industrial (Burciaga, 2020). También se usó el agar agar como gel amorfo extraído de las algas (Montilla et al. 2020). Similarmente, Claudio et al. (2020) prepararon un hidrogel basado en polímeros de colágeno, poliuretano y quitosano reforzado con manganita en la fase inorgánica para adsorber iones de Pb^{+2} en aguas residuales. Los resultados del estudio indican que el hidrogel con 35% de manganita tuvo una remoción del 91% de Pb^{+2} en aguas residuales.

Para Marmol et al. (2021), la quitina es un compuesto orgánico que se encuentra abundante en la estructura esquelética de bivalvos, crustáceos, insectos y de muchos invertebrados como moluscos, artrópodos y anélidos. Además, es considerado como el segundo polímero con mayor abundancia en la naturaleza ya que posee un alto peso molecular, no tóxico, tiene propiedades anti fúngicas, biodegradables y está conformada por cadenas de residuos de N-acetilglucosamina (Figura 1).

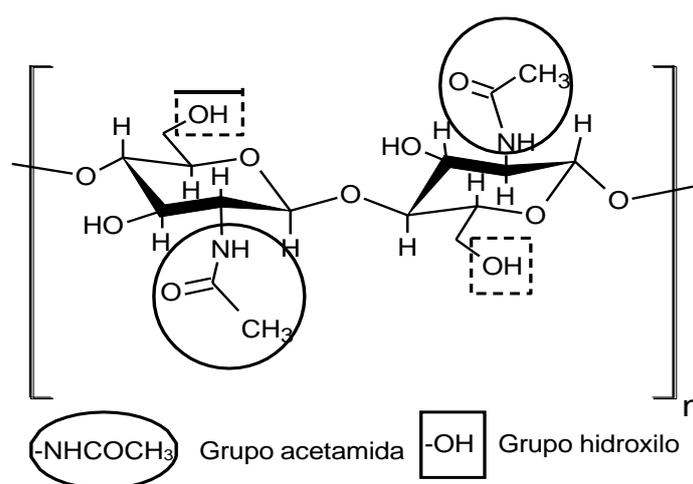


Figura 1. Estructura química de la quitina (Rodríguez, 2011).

Por su parte, Boulaiche et al. (2019) utilizaron quitina obtenida del caparazón de cangrejo para la adsorción de iones metálicos como el Cu^{+2} , Cd^{+2} , Zn^{+2} y Ni^{+2} en aguas residuales. Además, refieren que la adsorción depende del tiempo, pH, dosis y concentración inicial de los metales. Los resultados demostraron que el punto máximo de adsorción fue 61.43, 50.47, 38.46 y 4.40 (mg/L) para Ni^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} y Cd^{+2} , respectivamente. Por otro lado, Muniz et al. (2022) señalan que la quitina obtenida de un crustáceo convertido en quitosano demostró ser un coagulante alternativo natural para la eliminación de contaminantes en efluentes industriales a una dosis de 73.34 mg/L y pH 5. Similarmente, Liangzhi et al. (2020) prepararon microesferas de quitina para la adsorción de Cu^{+2} y Pb^{+2} en aguas residuales. Los resultados evidenciaron que la quitina logró adsorber 197,35 mg/L de Cu^{+2} y 574,70 mg/L de Pb^{+2} , con una eficiencia del 80% (Cu^{+2}) y 90% (Pb^{+2}) durante 10 minutos de contacto.

Dagang et al. (2013) utilizaron nanofibrillas de quitina como adsorbentes de metales pesados en aguas residuales. La adsorción tuvo resultados de 2.94 (Cd^{+2}), 2.30 (Ni^{+2}), 2.22 (Cu^{+2}), 2.06, (Zn^{+2}), 1.46 (Pb^{+2}), y 0.31 (Cr^{+2}) mmol/g. Por otro lado, Ramirez et al. (2011) desarrollaron un bioadsorbente basado en quitina y levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L) para adsorber metales pesados como U, Mn, Al, Fe, Cu, Zn y Ni en aguas de mina. La bioadsorción fue observada de 10 a 15 min de contacto. Similarmente, Pinto et al. (2011) removieron metales pesados como Pb, Cd y Co en aguas de industria minera utilizando el polímero de quitina. La remoción fue 1.24 mg/g de plomo, 1.81 mg/g de cadmio y 0.93 mg/g de cobalto, demostrando ser una alternativa importante para la adsorción de metales en aguas residuales. Asimismo, Yang et al. (2021) prepararon un biomaterial compuesto por quitina e hidróxido de calcio para eliminar el arsénico a diferentes dosis y pH. La eliminación tuvo una eficiencia del 99, 8% en As^{+3} durante 2 horas de contacto y 0.4 g/L de dosis.

Salam et al. (2011) utilizaron quitina y 8-hidroxiquinolina para eliminar Cd^{+2} en aguas residuales a diferentes condiciones de trabajo como tiempo, pH y temperatura. Los resultados evidenciaron que la adsorción de Cd^{+2} se dio en 10 min de contacto, pH 7, 298k de temperatura y 15 mg de dosis. Similarmente, Qiao

et al (2022) prepararon un adsorbente en base a quitina y microesferas para adsorber Pb^{+2} en aguas residuales. Los resultados demostraron una eficiente adsorción de $Pb^{+2} > 80\%$ durante 20 min de contacto. Por otro lado, Lobo et al. (2013) utilizaron carboximetilcelulosa, quitina y quitosano para remover Al^{+3} de pozos de agua. El quitosano demostró remoción de Al^{+3} en 120 minutos de contacto.

Sheikhi et al. (2021) emplearon la nanoquitina para adsorber iones de Cr(VI) en aguas industriales. Los resultados demostraron que la adsorción de Cr(VI) se dio a pH 6, temperatura 25°C, tiempo de contacto 60 min y dosis 0.6 g/L. similarmente, Rech et al. (2019) utilizaron la quitina obtenida de la cáscara del camarón para la adsorción de iones metálicos en una escorrentía superficial. Los resultados evidenciaron eficientes porcentajes de adsorción entre 6,7% y 84,4% a una dosis de 10g/L y un tiempo de 24 horas de contacto para Fe, Cu, Pb, Mn, Zn y Cr. Por otro lado, Ngoc (2017) indica que la aplicación de quitosal natural es un método de eliminación de Pb^{+2} en aguas residuales. Los resultados mostraron que el tiempo de adsorción para Pb^{+2} fue de 60 minutos de contacto con una eficiencia del 71% de adsorción.

Al respecto, Kaimbillah et al. (2021) evaluaron la eficiencia del quitosano y fluropatita para la adsorción de Pb^{+2} en aguas residuales a diferentes condiciones de trabajo como pH, tiempo y dosis. Los resultados mostraron una mayor capacidad de adsorción durante 30min de contacto, pH 4 y dosis 2g/L. Similarmente, Singh et al. (2016) emplearon la quitina y quitosano para adsorber Cr en aguas servidas. Los resultados evidenciaron que el quitosano tuvo una mayor eficiencia de 50% en 20 min, mientras que la quitina tuvo una eficiencia del 49,98% al mismo tiempo. Por otro lado, Esvandi et al. (2019) utilizaron la quitina de la concha del camarón para la adsorción de metales pesados en un medio acuoso contaminado de Pb y Cd. Los resultados demostraron el 90% de asimilación de metales pesados en un tiempo de 2.817 minutos y 3.876 minutos de contacto para Pb y Cd, respectivamente.

Los mejillones (*Mytilidae*) son animales que pertenecen a la familia de los

moluscos y debido a sus características ecológicas y biológicas son usados en más de 50 países como bioindicadores de contaminantes metálicos que sin duda es una buena alternativa para reducir metales presentes en cuerpos de agua. (Atoche, 2017) Para ello, se analizaron concentraciones de metales Cu y Zn en muestras de branquias y tejidos blandos del mejillón. Los resultados mostraron que las branquias a comparación de los tejidos tienen una respuesta más rápida en el biomonitoreo de contaminantes (Sánchez et al. 2018).

La concha de mejillón (*Mytilidae*) es un material rico en carbonato cálcico (95 - 99% de su peso) y puede ser empleado en el tratamiento de aguas servidas (Conde, 2016). El caparazón de los mejillones tiene forma de cuña, son asimétricos, suelen ser más extensas que ancha, son de 2 mitades que se puede abrir y cerrar ya que en su interior tiene una especie de carne de mejillón, tienen una coloración oscura que habitualmente se observan de color negro brillante o negro violáceo azulado fuera del mar, estos caparazones protegen a los mariscos de los depredadores y mantienen el tejido blando en su interior. (Garcia Talledo 2015)

Por otro lado, Gomaa (2018) utilizó nanopartículas de quitina de las conchas de *Penaeus semisulcatus* combinadas con Fe, resultando eficiente en la remoción de Cr^{+3} (98.9%), Cd^{+2} (94.2%) y Ni^{+2} (90.3%) durante 30min de contacto. Similarmente, Mahmoud et al. (2017) utilizaron nanopartículas de quitosano con aniones intercalados de nitrato para la adsorción de PO_4^{3-} , Cd y $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ en aguas residuales, logrando eliminar el 63 % de fosfato, 98 % de Cd y $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ a pH 8.

Pal et al. (2021) indican que el quitosano obtenido por desacetilación de la quitina extraída de los residuos marinos posee varias propiedades aceptables en la remediación ambiental como: La disponibilidad, bajo costo, alta biocompatibilidad y biodegradabilidad. El quitosano es utilizado para el tratamiento de aguas desde hace varias décadas y aún se está avanzando para que resulte más eficiente en el proceso de eliminación de contaminantes. Este derivado se puede utilizar como adsorbente, floculante y coagulante para eliminar contaminantes como metales pesados, tintes, pesticidas, antibióticos y contaminantes biológicos de aguas residuales. Por otro lado, Borsagli (2019) utilizó el quitosano y sus derivados para

adsorber metales pesados como Cr(VI) y Cd(II) en aguas industriales a diferentes valores de pH (3.5 a 8). Los resultados fueron efectivos a pH 8.5 y 3 para Cr(VI) y Cd(II), respectivamente.

En otro estudio, Hao y Liang (2022) utilizaron el quitosano modificado y combinado con ácido poliacrílico para obtener hidrogel como adsorbente de metales pesados (Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2}) en aguas servidas a diferentes valores de pH (1 - 7) y dosis (0.01 - 0.05). Los resultados demostraron que la capacidad de adsorción del quitosano para Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2} fue a pH 6 y dosis 0.01 mg/L. Similarmente, Rashid et al. (2019) emplearon el jacinto de agua y cenizas de quitosano como adsorbente de iones metálicos como el Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} en aguas residuales a diferentes valores de pH (3 - 8) por 24h de contacto. Los resultados demostraron ser eficientes con porcentajes de 98%, 98,2% y 96,8% para Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} , respectivamente. Así mismo, Mende et al. (2018) usaron un polisacárido biodegradable de quitosano como adsorbente de iones de Ni en aguas residuales. Los resultados demostraron que el quitosano adsorbió iones de níquel en aguas residuales a pH 6 durante 24h de contacto.

Mientras tanto, Efstathios et al. (2019) refieren que una de las técnicas de descontaminación con mayor importancia es la adsorción debido a su eficiencia, rapidez y bajo costo. Numerosos materiales adsorbentes fueron utilizados en los últimos años, teniendo como objetivo eliminar contaminantes especialmente de aguas residuales. Además, indican que el quitosano es un polisacárido nitrogenado (basado en amino) que se produce en grandes cantidades por N-desacetilación de su compuesto de origen (quitina). En otro estudio, Sandoval et al. (2015) refieren que la adsorción por medio de la ecuación de Langmuir es importante, ya que relaciona la adsorción que contienen aquellas moléculas que se encuentran en una superficie en estado sólido, concentraciones o presiones de gas del medio.

Bai et al. (2018) prepararon adsorbentes de núcleo-carcasa magnéticos que fueron rápidos y altamente selectivos para la adsorción de Pb^{+2} en aguas servidas simuladas de una industria de tierras raras, mediante la síntesis de perlas de Fe_3O_4 recubiertas de quitosano. Los resultados demostraron una alta capacidad de adsorción de Pb(II) en 70,57 mg/g de dosis. Similarmente, Li et al. (2018) señalan

que un compuesto magnético con aminotiourea quitosano puede adsorber el Cd(II) en aguas residuales. El resultado tuvo una eficiencia del 84% en la adsorción de Cd (II).

Giraldo et al. (2017) señalan que la adsorción de metales pesados en aguas residuales es fundamental para la gestión adecuada del agua descargada de las operaciones mineras. Esta agua residual normalmente no se puede utilizar para fines de consumo humano, animal, cultivos o industrial. Los materiales de adsorción ecológicos son necesarios para garantizar el tratamiento sostenible de estas aguas residuales. Por ello, investigaron la sorción de iones de Zn^{+2} , Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2} mediante perlas de quitosano-tripolifosfato (CTPP) en aguas residuales mineras reales y soluciones preparadas de iones metálicos. El equilibrio de adsorción de los metales se dio a pH 3 y 5 por 24h de contacto. El estudio señala que la máxima capacidad de adsorción mediante perlas de quitosano-tripolifosfato son 158, 55, 47 y 47 mg/g de dosis para Cu^{+2} , Pb^{+2} , Cd^{+2} y Zn^{+2} , respectivamente.

Yu et al. (2017) generaron un absorbente compuesto por microesferas de quitosano reticuladas e injertadas con poli ácido maleico, el cual resultó ser bien definido y beneficioso para la adsorción de Cd(II). Asimismo, se investigaron los efectos de pH, tiempo y concentración inicial sobre la adsorción de Cd(II). El resultado demostró que la capacidad máxima de adsorción de microesferas de quitosano para Cd(II) se dio a 39,2 mg/L de dosis.

Ramutshatsha et al. (2022) utilizaron la cáscara de banano en base a quitosano para adsorber metales pesados como Cd^{+2} y Pb^{+2} en aguas residuales. Los resultados fueron eficientes en un 99,9% de adsorción de iones metálicos en aguas servidas a una dosis de 46,9 mg/L en Cd^{+2} y 57,1 mg/L en Pb^{+2} . Por otro lado, Hu et al. (2017) indican que el compuesto de montmorillonita-quitosano proporciona hidrofobicidad y grupos funcionales para mejorar el rendimiento en el tratamiento de aguas residuales. El compuesto de montmorillonita-quitosano mostró buena capacidad para eliminar los contaminantes metálicos en aguas residuales. Además, se demostró el efecto del tiempo mayor a 3h en la adsorción de Pb^{+2} , Cd^{+2} y Cu^{+2} .

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El enfoque de la investigación fue cuantitativo porque es denominado como un suceso y considerado probativo. Asimismo, fue necesario utilizar la recaudación de datos para justificar la hipótesis en base de un cálculo numérico y un análisis estadístico para así disponer pautas de comportamientos y evidenciar las teorías (Hernández et al. 2014).

La investigación fue de tipo aplicada porque busca solucionar la problemática del estudio aportando conocimientos nuevos, pero que se desarrollan para mejorar lo que se ha planteado. Para, Hernández et al. (2014) consiste en dar solución a diferentes problemas empleando teorías, principios aceptados y los resultados obtenidos tendrán una aplicación inmediata.

En cuanto al diseño fue experimental ya que se aplicó el biocompósito de quitina del caparazón de mejillones (variable independiente) para reducir el Pb y Cd en aguas residuales textiles (variable dependiente). Según Hernández et al. (2014) se emplea el diseño experimental cuando el investigador intenta manipular deliberadamente una o más variables, puesto que el investigador percibirá las consecuencias de la otra variable que vendría ser la variable dependiente.

Además, la investigación es de nivel explicativo y transversal ya que tiene por finalidad determinar el comportamiento de una variable en relación con la otra variable y también porque el tiempo es limitado en todo el proceso (Hernández et al. 2014).

3.2. Variables y operacionalización

En la investigación se trabajó con dos variables independiente y dependiente. Como variable independiente se tuvo biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones y variable dependiente reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles. La matriz de operacionalización de las variables se muestra en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para esta investigación la población fue el volumen de efluentes generadas en el proceso de tintorería en la etapa de lavado de la industria textil contaminada con metales pesados Pb y Cd. La población es el total de unidades de estudio que formarán como referente para determinar la muestra (Ñaupas et al. 2018).

La muestra de este trabajo de investigación fue de 50 litros tomada del pozo de enfriamiento de la lavandería de la industria textil, ya que se tomó un subconjunto de la población que tiene las mismas propiedades para la investigación (Hernández et al. 2014).

La unidad de análisis por cada dosis fue de 1L para realizar la evaluación y el análisis de estudio, ya que tiene características parecidas y se encuentra en un determinado ámbito (Ñaupas et al. 2018)

El muestreo fue probabilístico puesto que las muestras que se obtuvieron fueron de manera aleatoria simple. Según Ñaupas et al. (2018), el muestreo probabilístico tiene los mismos componentes que conforman una población y tienen la misma probabilidad de ser seleccionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que fue utilizada en la investigación fue la observación directa, ya que son procedimientos que usa el autor para presenciar y recolectar datos del fenómeno de estudio (Arias, 2012).

Como instrumentos se emplearon 5 fichas para recolectar los datos, ficha 1: Ubicación y recolección de la muestra, ficha 2: Caracterización química de la quitina y composición del biocompósito, ficha 3: Evaluación del pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito de quitina, ficha 4: Evaluación de la dosis óptimo de biocompósito de quitina, y por último ficha 5: Evaluación del tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito.

3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

La validación de los instrumentos de recolección de datos de esta investigación fue aprobada por tres docentes calificados, los cuales examinaron cada una de las fichas para su aprobación, además cabe señalar que los expertos seleccionados para validar los instrumentos cuentan con una amplia experiencia, trayectoria y conocimientos del tema referido al trabajo de investigación. Asimismo, los expertos pertenecen a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Los Olivos.

Estas fichas fueron validadas por ingenieros colegiados expertos en el tema de investigación.

- **Primer especialista:**

Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera.

- **Segundo especialista:**

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

- **Tercer especialista:**

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

3.5. Procedimiento

En la Figura 2 se muestra el flujograma del procedimiento general que se siguió para el desarrollo de la investigación.

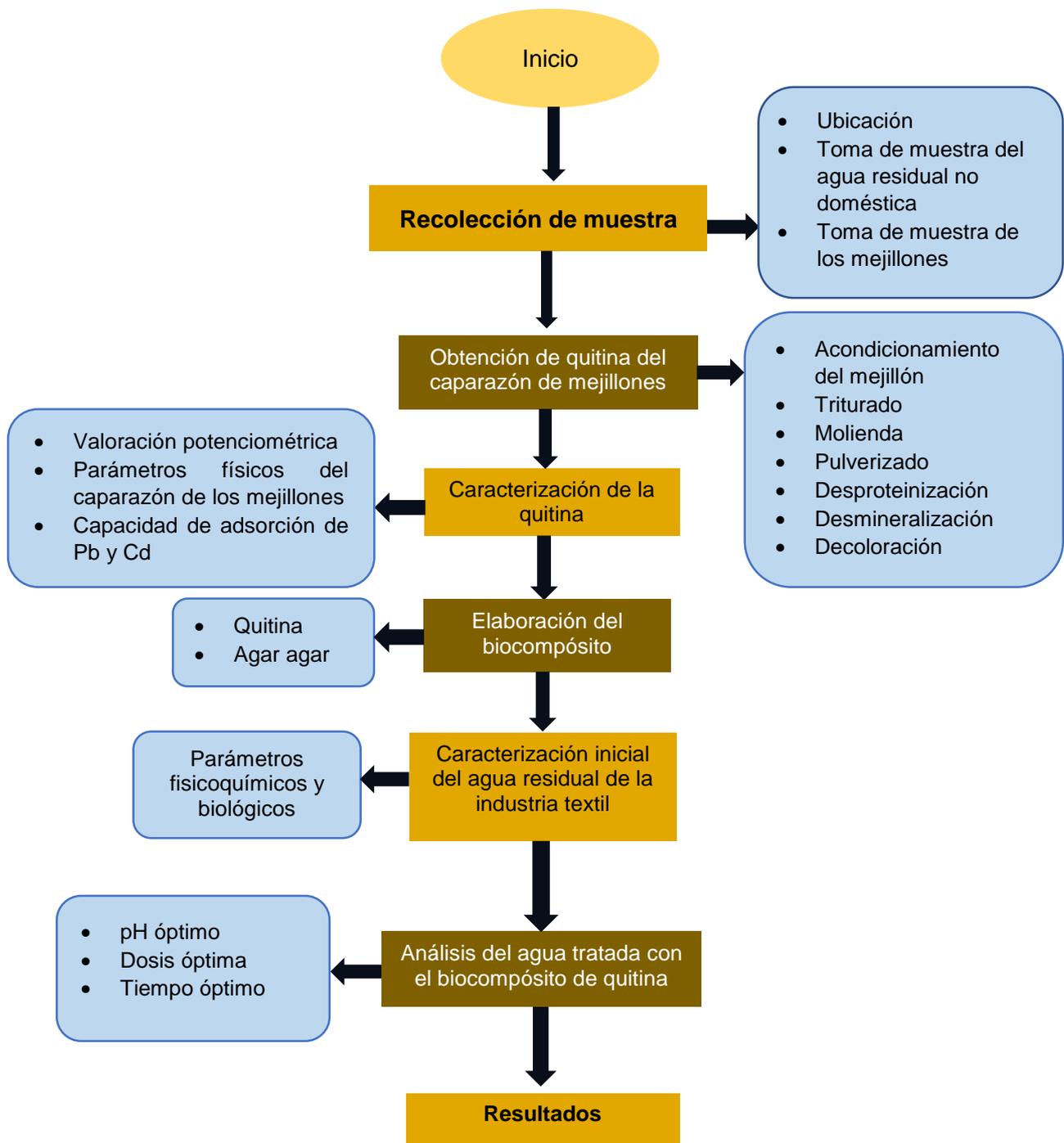


Figura 2. Flujograma del procedimiento general de la investigación.

Etapa 1: Recolección de muestra

Ubicación de la toma de muestra: La recolección del agua residual textil se ubica en la Av. Nicolás Ayllón en el distrito de Ate Vitarte del departamento de Lima. La ubicación geográfica es -12°03'43.3"S, -76°58'42.5"W.

Toma de muestra del agua residual no doméstica: De acuerdo al decreto supremo 010 – 2019 VIVIENDA nos proporciona una forma de toma de muestra de sitios puntuales, para el caso de la muestra estuvo ubicada en el pozo de enfriamiento de la industria textil en donde se recolectó utilizando un balde de 5 litros y fue retirada con una soga hasta llegar a los 50 litros.

Toma de muestra del mejillón: El caparazón de los mejillones fue recolectado del terminal pesquero del Callao. Estos residuos son desechados por los vendedores para expender solo la parte de la comida interna del mejillón dejando la materia prima del presente estudio.

Materiales y Equipos utilizados:

Materiales

- 01 balde de 5 litros
- 10 metros de soga
- 01 cooler de 50 litros
- 10 bolsas de gel refrigerante

Equipos

- 01 GPS
- 02 equipos de protección personal.

Etapa 2: Obtención de quitina del caparazón de mejillones

Acondicionamiento de los mejillones: Se realizó el lavado de los caparazones quitando los restos de carne del molusco para luego dejarlas secar en la estufa a 30 °C por 24 horas.

Triturado: Los caparazones secos se trituraron por aproximadamente 4 horas luego se realizó la molienda y se llevó a pulverizar a un tamaño de partícula de 250 µm, el cual estuvo constituida por:

Quitina + CaCO₃ + proteínas + pigmentos

Desproteínización: En este proceso se utilizó el hidróxido de sodio (NaOH) a concentración de 10% con temperaturas de 70 °C a 100°C por aproximadamente 2 horas para evitar la despolimerización de las cadenas de polisacáridos que tiene la quitina, seguidamente, se lavó hasta obtener un pH neutro para finalmente filtrar y quedar:

Quitina + CaCO₃ + Pigmentos

Desmineralización: Este proceso se realizó para retirar el CaCO₃ y otros minerales presentes en el caparazón de los mejillones. Estos compuestos se eliminaron con el ácido clorhídrico (HCl) 2N produciendo una efervescencia. Dicho proceso se trabajó a temperatura ambiente durante 7 horas luego, se observó que dejó la efervescencia indicando que ya se retiró o neutralizó el CaCO₃, seguidamente, se lavó hasta obtener un pH neutro y finalmente se filtró quedando:

Quitina + Pigmentos

Decoloración o purificación: Se extrajo los pigmentos que dan coloración a la quitina, para ello se utilizó acetona y agua oxigenada de 100 volúmenes a temperatura de 100°C por 60 minutos a pH 7, se realizó lavados sucesivos para filtrar y obtener una quitina blanquecina que fue secada a 30 °C por 1 hora.

Etapa 3: Caracterización de la quitina

Valoración potenciométrica: Esta técnica se realizó disolviendo la muestra de quitina en ácido acético luego, esta disolución fue valorada con el hidróxido de sodio (NaOH). Se llevó a cabo la calibración de los electrodos con soluciones buffer HANNA a pH 4, 7 y 10 con una eficiencia del 97%.

En la Figura 3 se muestra la curva de calibración del pH en función del volumen de la disolución valorante (NaOH).

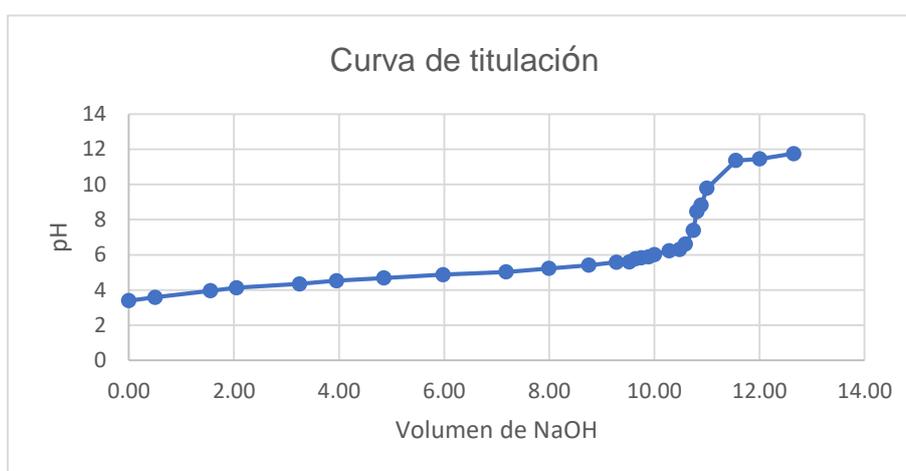


Figura 3. Curva de titulación.

En la Figura 3 se observó el cambio brusco de pH que ocurre próximo al punto de equivalencia. Para conocer cuál es el volumen de equivalencia con exactitud se realizó mediante el método de la primera y segunda derivada de la valoración potenciométrica.

En la Figura 4 se muestra el volumen promedio (NaOH) y el cálculo de la primera derivada.

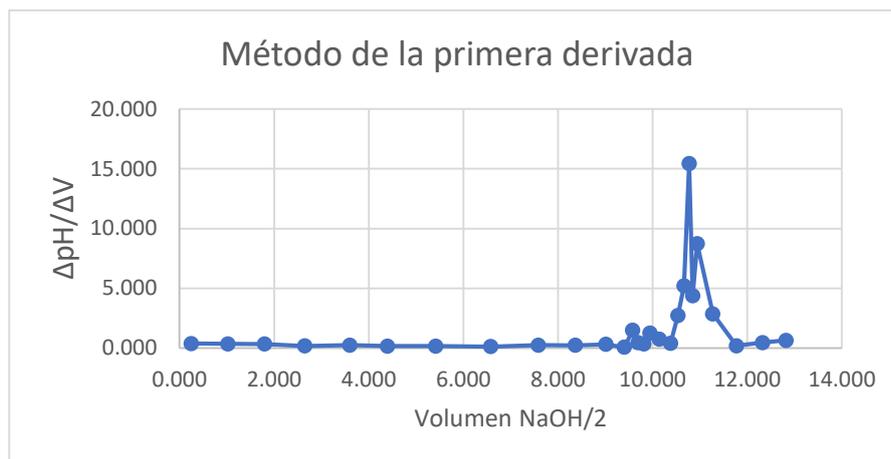


Figura 4. Método de la primera derivada.

En la Figura 4 se observó que la pendiente aumenta de manera significativa hasta llegar al volumen del punto de equivalencia (10.77ml), luego se observó que la pendiente incrementó, pero de manera negativa el cual fue determinado por el método de la segunda derivada.

En la Figura 5 se muestra el volumen de NaOH y el cálculo de la segunda derivada.

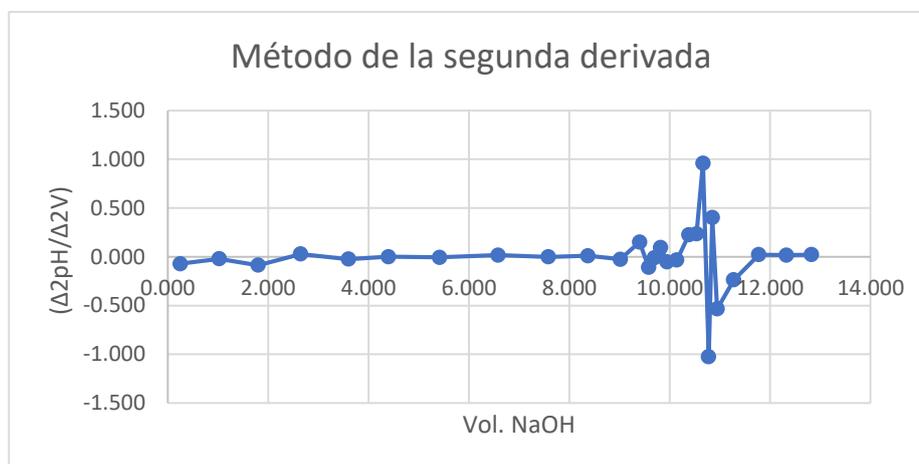


Figura 5. Método de la segunda derivada.

En la Figura 5 se observó que el volumen en el punto de equivalencia corresponde donde la gráfica corta en cero. Para conocer el volumen de equivalencia se realizó mediante la siguiente ecuación 1.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (1)$$

$$m = -18.05$$

$$x = 10.85 \quad \text{volumen de NaOH}$$

$$\text{pH} = 10.85 \quad \text{quitina}$$

Propiedades físicas de la quitina

Humedad: Se pesó la muestra de mejillones (2382g), seguidamente fue colocada en una bandeja para llevarla a una estufa a temperatura de 30 °C durante 24 horas, pasada esas horas la muestra seca fue pesada en una balanza (2258 kg) y finalmente se determinó la humedad en la siguiente ecuación 2:

$$\%H = \frac{PM - PMS}{PMS} \times 10 \quad (2)$$

Donde:

H: Humedad

PM: Peso de la muestra

PMS: Peso de la muestra seca

$$\%H = \frac{2382 - 2258}{2.382} \times 100$$

$$\%H = 5.20\%$$

Cenizas totales: Para determinar las cenizas totales de la quitina, se pesó la muestra del caparazón de mejillones molido (0.6729g) en un crisol (28.3125g), luego fue llevado a una estufa durante 12 h a 900°C finalmente se dejó enfriar para realizar el peso final. El porcentaje de cenizas se determinó utilizando la ecuación 3:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P-p)}{M} \times 100 \quad (3)$$

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(28.3281 - 28.3125)}{0.6729} \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 2.32 \%$$

Donde:

P: Masa del crisol + muestra

p: Masa del crisol

M: Muestra

Capacidad de adsorción de la quitina para Pb y Cd: Para obtener la capacidad de adsorción de la quitina se utilizó la isoterma de Langmuir, para ello se tomó la concentración inicial de los metales pesados y se agregó la dosis del biocompósito de quitina y co-reforzar la adsorción: Se realizaron las lecturas por el método EPA 3050 y se determinó la capacidad de adsorción.

Etapa 4: Elaboración del biocompósito

Para la elaboración del biocompósito de quitina se pesó la quitina (100 g) y el agar agar (15 g) ambos materiales fueron mezclados en una solución de 300 ml de agua destilada, luego se dejó curar durante 24 horas aproximadamente.

Etapa 5: Caracterización inicial del agua residual de la industria textil

Para conocer la concentración inicial de los parámetros fisicoquímicos, biológicos y concentración de metales pesados Pb y Cd fueron llevados al laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) donde se analizaron por medio de diferentes métodos: potenciométrico y gravimétrico.

En la Tabla 1 se muestra los parámetros fisicoquímicos mediante el método potenciométrico.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos (método potenciométrico).

| | |
|-------------------------|---|
| Temperatura | El agua de la industria textil utiliza calentamiento para llevar a cabo su proceso lo que ocasiona un severo impacto en el medio ambiente. |
| Potencial de hidrogeno | Los distintos compuestos químicos que estos utilizan hacen que tengan una variación de este parámetro que perjudican al agua al ser vertida en el alcantarillado. |
| Conductividad eléctrica | La conductividad eléctrica se pudo observar por el alto contenido de sales que ovacionan altos valores de esta. |
| Potencial redox | Parámetro que va de la mano con los valores del pH ya que nos proporciona una decisión de reducción u oxidación que ocurrió en el proceso. |
| Turbidez | Sólidos suspendidos no sedimentables (NTU) |

En la Tabla 1 se observaron los parámetros fisicoquímicos iniciales los cuales se determinaron utilizando un multiparámetro, la muestra inicial se homogenizó y se analizó con el equipo, luego se tomó 70ml de la muestra (agua textil) en un vaso precipitado para colocarlo en el agitador magnético a 150 rpm por 5 min para estabilizar la muestra.

Parámetros biológicos del agua residual textil

Para el OD se usó un frasco Winkler de 300 ml, luego se añadió 1ml de cada uno de los reactivos sulfato de manganeso ($MnSO_4$), azida y ácido sulfúrico (H_2SO_4) se dejó reposar 15 min, seguidamente, se añadió el tiosulfato de sodio 0.025N como titulante y como indicador se usó el almidón químicamente puro. Para determinar la concentración inicial del oxígeno disuelto (OD) se utilizó la siguiente ecuación 4.

$$O.D. (mgO_2 /L) = \frac{Vol.gast \times N \times 8000 \times Vol.W}{Vol.m \times (Vol.w - 2)} \quad (4)$$

Para determinar el DQO se trabajó por el método reflujó cerrado y volumétrico. Se utilizó 3ml de muestra (agua contaminada) y 3ml de blanco (agua bidestilada), se añadió 3ml de ácido sulfúrico y 0.025N de dicromato de potasio para catalizar el proceso de digestión durante 2h. Seguidamente, se realizó la titulación de la muestra con sulfato de amonio ferroso amoniacal normalizado y como indicador se usó la heroína. Para determinar la concentración inicial de DQO se utilizó la siguiente ecuación 5.

$$D. Q. O. (mgO_2 /L) = \frac{(Vol.gast.Blanco - Vol.gast.Muestra) \times N \times 8000}{Vol.m.} \quad (5)$$

La DBO₅ se determinó mediante el método de Winkler incubación y titulación, para ello se tomó el valor de la DQO inicial para seleccionar el porcentaje de dilución, consecutivamente se añadieron 45 ml de la muestra y se utilizaron reactivos como el cloruro férrico (FeCl₃), cloruro de calcio (CaCl₂), sulfato de manganeso (MnSO₄) y buffer de fosfato. Por último, se llevó a la estufa a 20°C durante 5 días con la finalidad de observar el estado de la materia orgánica que se encuentra en la muestra. La siguiente ecuación 6 se utilizó para calcular la concentración inicial de DBO₅.

$$DBO_5 (mgO_2 /L) = \frac{OD_{Inicial} - OD_{Final}}{\% Dilución} \quad (6)$$

Parámetros físicos (método gravimétrico)

Para calcular los sólidos totales, se usó un crisol que fue colocado en una estufa a 105°C por 45 min luego se pesó en una balanza analítica, se homogenizó la muestra inicial para agregar 20ml con una pipeta al crisol, seguidamente, se trasladó a la estufa a 105°C durante 45 min y, por último, se dejó enfriar y pesar el crisol nuevamente. Para la concentración inicial de ST de la muestra se utilizó la siguiente ecuación 7.

$$ST \text{ (mg/l)} = \frac{(W_{\text{vaso+muestra}} - W_{\text{vaso seco}}) * 1000}{V_L} \quad (7)$$

El procedimiento para calcular los sólidos disueltos (SD) es parecido al de los sólidos totales (ST) a diferencia de la muestra inicial que fue filtrada para realizar los cálculos de SD. Para la concentración inicial de SD de la muestra se utilizó la siguiente ecuación 8:

$$SD \text{ (mg/l)} = \frac{(W_{\text{vaso + muestra}} - W_{\text{vaso seco}}) * 1000}{V_L} \quad (8)$$

Para calcular los sólidos suspendidos totales (SST) se utilizó la ecuación 7 y 8.

$$SST \text{ (mg/l)} = ST - SD \quad (9)$$

Concentración de Pb y Cd: El contaminante plomo fue evaluado de acuerdo a los valores máximos admisibles para aguas no domésticas 0.5 (mg/l) el cadmio 0.2 (mg/l) el cual fueron superados en el agua residual textil y fueron analizados por el método EPA 3050.

Etapa 6: Análisis de agua tratada con el biocompósito

Para determinar el pH óptimo del biocompósito de quitina se trabajó con diferentes valores de pH (4, 5, 6, 7 y 8), una misma dosis (4 g/L) de biocompósito de quitina y un solo tiempo (15 min); para determinar la dosis óptima y tiempo óptimo del biocompósito de quitina se trabajó con tres repeticiones en el cual se trabajó a un mismo pH 8, diferentes dosis (2, 3, 4, 5 y 6 g/L) de biocompósito de quitina y diferentes tiempos (15, 30 y 45 min).

3.6. Métodos de análisis de datos

El desarrollo de este estudio se realizó mediante la estadística descriptiva de los datos que se obtuvo en cada procedimiento, para ello se utilizó el Software Excel 2019. Por otro lado, se utilizó el Software SPSS para el análisis estadístico. Estos programas nos brindaron confiabilidad en el proceso de los datos, resultados y prueba de hipótesis que fueron analizados por medio de tablas y figuras para una mejor interpretación.

3.7. Aspectos éticos

La autenticidad de la investigación está basada con argumentos, información extraída y citada por las fuentes bibliográficas ya que se respetó los derechos de los autores mediante el citado correcto según la Norma ISO-690, respetando la propiedad intelectual según lo establecido en la guía de elaboración del trabajo de investigación y tesis para obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Universidad César Vallejo aprobada por la RVI N° 110-2022-VI UCV. También, se utilizó el programa Turnitin con el fin de verificar la originalidad del trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del agua residual de la industria textil antes del tratamiento.

En la Tabla 2 se presentan los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial del agua residual textil.

Tabla 2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos (método potenciométrico).

| Muestra | Temperatura (°C) | Potencial de hidrógeno (Acido/base) | Conductividad eléctrica (µS/cm) | Potencial redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|---------|------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| ART - I | 18.5 | 6.45 | 2600 | 224.1 | 434.21 |

ART – I: Agua residual textil – inicial

En la Tabla 2 se observó que el agua residual textil presenta un pH ácido (6.45), conductividad eléctrica (2600 µS/cm) con alto nivel de cationes y turbidez (432.21 NTU) alta. Estos valores sobrepasan los valores máximos permisibles.

En la Tabla 3 se muestran los parámetros biológicos iniciales del agua residual textil.

Tabla 3. Resultados de los parámetros biológicos.

| Oxígeno disuelto | | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Muestra | Volumen. gastado en muestra (ml) | Volumen de muestra (ml) | Normalidad de tiosulfato de sodio | Volumen del Winkler (ml) | OD mgO ₂ /l |
| OD - ARTI | 0.6 | 100 | 0.02524 | 300 | 1.22 |
| Demanda química de oxígeno (DQO) | | | | | |
| Muestra | Vol. gastado en muestra (ml) | Volumen de muestra (ml) | Normalidad de tiosulfato | Volumen gastado blanco (ml) | DQO (mgO ₂ /l) |
| DQO-ARTI | 0.45 | 3 | 0.25 | 3 | 1700 |
| Oxígeno disuelto inicial del DBO ₅ | | | | | |

| Muestra | Volumen gastado en muestra (ml) | Volumen de muestra (ml) | Normalidad de tiosulfato | Volumen del Winkler (ml) | OD _{Inicial} (mgO ₂ /l) |
|--|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|---|
| OD - ARTI | 3.86 | 100 | 0.02524 | 300 | 7.85 |
| Oxígeno disuelto final del DBO₅ | | | | | |
| Muestra | Volumen gastado en muestra (ml) | Volumen de muestra (ml) | Normalidad de tiosulfato sodio | Volumen del Winkler (ml) | OD _{final} (mgO ₂ /l) |
| OD - FINAL | 0.11 | 100 | 0.02524 | 300 | 0.22 |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) | | | | | |
| Muestra | OD Inicial (mgO ₂ /l) | OD Final (mgO ₂ /l) | Dilución % | DBO ₅ (mgO ₂ /l) | |
| DBO ₅ -ARTI | 7.85 | 0.22 | 1 | 763 | |

En la Tabla 3 se observó que el agua residual textil tuvo una baja concentración de OD (1.22 mgO₂/l) y la DQO (1700 mgO₂/l) sobrepasó los valores máximos admisibles al igual que la DBO₅ (763 mgO₂/l).

En la Tabla 4 se muestra el resultado inicial de los parámetros físicos del agua residual textil mediante el método gravimétrico.

Tabla 4. Resultados de los parámetros físicos (método gravimétrico)

| Sólidos totales del agua residual (ST) | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Muestra | Peso del vaso seco (g) | Peso de vaso + ST (g) | Volumen de muestra (ml) | ST mg/l |
| ST - ARTI | 100.7866 | 101.1423 | 100 | 3557 |
| Sólidos disueltos del agua residual (SD) | | | | |
| Muestra | Peso del vaso seco (g) | Peso de vaso +ST (g) | Volumen de muestra(ml) | SD mg/l |
| SD-ART | 98.2023 | 98.4262 | 100 | 2239 |
| Sólidos suspendidos totales del agua residual (SST) | | | | |
| Muestra | Sólidos Totales (mg/l) | Sólidos Disueltos (mg/l) | Volumen de muestra(ml) | SST mg/l |
| SST-ART | 3557 | 2239 | 100 | 1318 |

En la Tabla 4 se observó que los ST (3557 mg/l), SD (2239 mg/l) y SST (1318 mg/l) en el agua residual textil contenían una alta concentración de sólidos que superan los valores máximos admisibles (VMA).

En la Tabla 5 se muestra la concentración inicial de metales pesados plomo y cadmio en aguas residuales de industria textil.

Tabla 5. Concentración inicial del plomo y cadmio.

| Muestra | Peso de muestra (g) | Volumen (ml) | (mg/l) |
|----------|---------------------|--------------|--------|
| ART- Pb | 0.2546 | 25 | 1.15 |
| ART - Cd | 0.2504 | 25 | 0.795 |

ART: Agua residual textil

En la tabla 5 indica que la concentración inicial de plomo (1.15 mg/l) y cadmio (0.795 mg/l) generada en el proceso de lavado de la tintorería sobrepasó los valores máximos permisibles.

4.2. Capacidad de adsorción del biocompósito de quitina en aguas de industria textil.

En la Tabla 6 se muestra la concentración inicial y final del plomo y cadmio antes y después del tratamiento.

Tabla 6. Concentración inicial y final de plomo en aguas de industria textil.

| Metal | Concentración inicial (mg/l) | Concentración final (mg/l) |
|-------------|------------------------------|----------------------------|
| Plomo (Pb) | 1.15 | 0.612 |
| Cadmio (Cd) | 0.795 | 0.4576 |

Para determinar el porcentaje de reducción de plomo y cadmio se utilizó la siguiente ecuación 9:

$$\%R = \frac{ci - cf}{ci} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

%r=Porcentaje

Ci: Concentración inicial

Cf: Concentración final

4.3. Caracterización de la quitina

En la Figura 6 se muestra la curva de calibración con estándares de azul de metileno (método espectrofotometría UV/V).

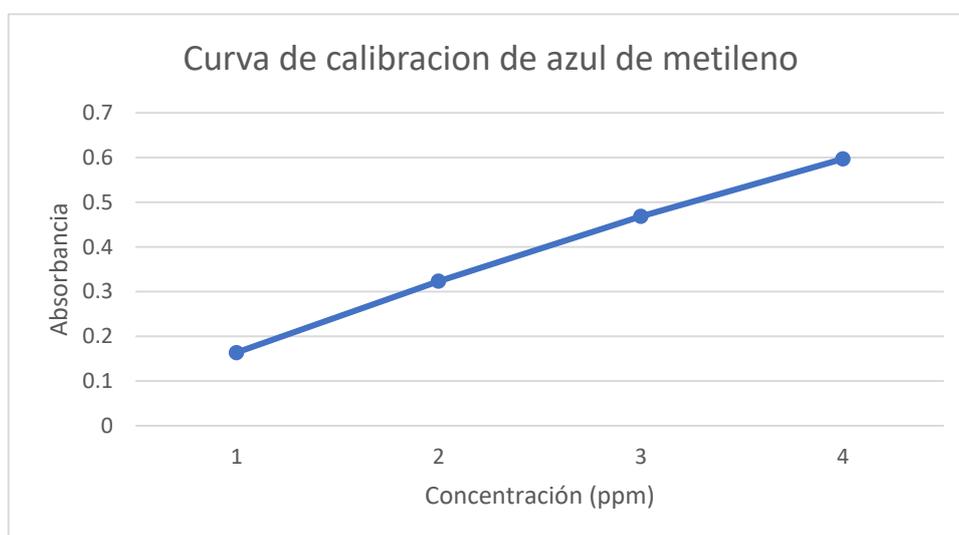


Figura 6. Curva de calibración con estándares de azul de metileno

En la Figura 6 se observó la curva de calibración de azul de metileno conformada por 1ppm, 2ppm, 3ppm y 4ppm con absorbancias de 0.1637, 0.3233, 0.4685 y 0.5969, respectivamente. El promedio de la curva de calibración fue de 0.15768 que a su vez fue el valor de la constante para determinar la absorbancia de la quitina.

En la Tabla 7 se muestra la determinación de la absorbancia de la quitina (concentración inicial 9.23 mg/l).

Tabla 7. Determinación de absorbancia de la quitina.

| Muestra | Transmitancia (%) | Absorbancia | Constante (K) | Concentración de equilibrio mgAZM/L |
|--------------------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------------------------|
| QUITINA | | | | |
| N°80 (0.180mm) – 10 min | 20.31 | 0.692290077 | 0.15768 | 4.39 |
| N°100 (0.150mm) – 10 min | 32.15 | 0.49281902 | 0.15768 | 3.13 |
| N°200 (0.075mm) – 10 min | 65.24 | 0.185486048 | 0.15768 | 1.18 |

*AZM: Azul de metileno

En la Tabla 7 se observó que la absorbancia de la quitina en la malla N°80 tuvo una capacidad de adsorción de 4.39, en la malla N°100 la adsorción fue de 3.13 y en la malla N°200 la adsorción fue de 1.18 mg de azul de metileno por litro, respectivamente.

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la capacidad de adsorción de la quitina.

Tabla 8. Capacidad de adsorción de la quitina (método de isoterma de Langmuir).

| Peso de quitina (mg) | Concentración de equilibrio del adsorbato en la solución ppm, mg/kg | Mallas ASTM (mm) | Tiempo Minutos | $X=Co - Ce$ | $q= X/m$ | Co | Eje X C | Eje Y C/q |
|----------------------|---|------------------|----------------|-------------|----------|------|---------|-----------|
| Quitina | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.23 | 0 | 0 |
| 1.2 | 4.39 | 0.180 | 10 | 4.84 | 4.03333 | 9.23 | 4.39 | 1.0884 |
| 2.1 | 3.13 | 0.150 | 10 | 6.10 | 2.90476 | 9.23 | 3.13 | 1.0775 |
| 562.3 | 1.18 | 0.075 | 10 | 8.05 | 0.01432 | 9.23 | 1.18 | 82.4241 |

* C_0 : Concentración inicial

* C_e : Concentración de equilibrio

En la Tabla 8 se observó que la quitina con 1.2 mg de dosis tuvo mayor capacidad de adsorción en la malla 0.180, misma que será utilizada para el

tratamiento de reducción de metales pesados en aguas residuales textiles.

En la Figura 7 se muestra la isoterma de Langmuir para determinar la capacidad máxima de la quitina.

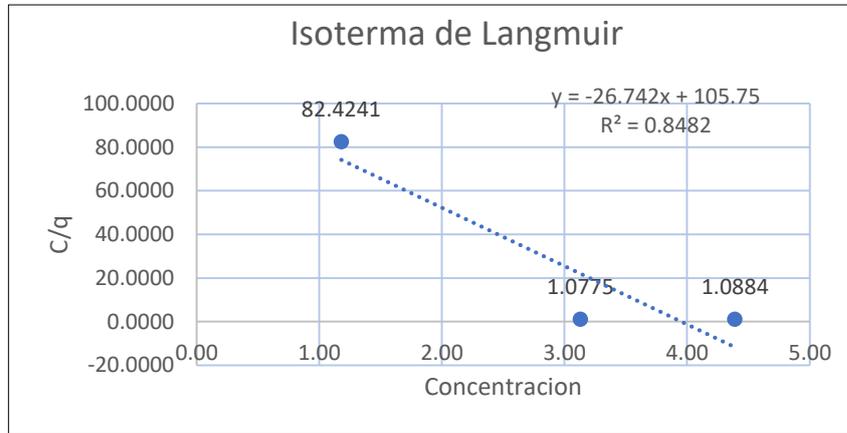


Figura 7. Isotherma de Langmuir

En la Figura 7 se observó que la capacidad máxima de adsorción de la quitina mediante la isoterma de Langmuir es de 4.39.

Fórmula de Langmuir

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{b} + \frac{1}{kb}$$

Pendiente: -26.742
Ordenada: 0.8482

$$1/b = 1/-26.742 = -0.0374$$

Ecuación de la recta

$$y = mx + b$$

$$1/kb$$

$$k = 1 / (0.8482) \times (-0.0374) = -315.2319$$

Capacidad de adsorción de la quitina

Fórmula:

$$q = \frac{q_m \cdot K \cdot C_e}{1 + K \cdot C_e} = 0.4144 \left(\frac{mg}{g} \right), 2.9077 \left(\frac{mg}{g} \right), 4.0362 \left(\frac{mg}{g} \right)$$

Ce:1.8 Ce:3.13 Ce: 4.39

Donde:

q: Cantidad de adsorbato por unidad de masa del adsorbente

q_m : Cantidad de adsorbato cuando se ha formado la monocapa

C_e : Concentración del adsorbato en equilibrio (mg/l)

K : Constante de adsorción de Langmuir y se relaciona con la adsorción (l/mg)

Se demostró que la concentración de equilibrio de 4.39 tuvo mayor capacidad de adsorción.

4.4. Análisis del agua tratada con el biocompósito de quitina

4.4.1. pH óptimo del biocompósito de quitina

En la Tabla 9 se muestra el pH óptimo de reducción de plomo y cadmio utilizando el biocompósito de quitina.

Tabla 9. pH óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo y cadmio.

| Jarra | pH (ácido/base) | Tiempo | Dosis (g) | Turbidez residual (NTU) |
|-------|-----------------|--------|-----------|-------------------------|
| PJ1 | 4 | 15 | 4 | 325.12 |
| PJ2 | 5 | 15 | 4 | 284.31 |
| PJ3 | 6 | 15 | 4 | 85.46 |
| PJ4 | 7 | 15 | 4 | 42.23 |
| PJ5 | 8 | 15 | 4 | 25.39 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 9 se observó que el pH del biocompósito de quitina reacciona con la turbidez del agua residual textil mejorando la calidad para su tratamiento. El pH 8 del biocompósito de quitina fue óptimo en la reducción de plomo y cadmio en la prueba de jarras 5 (PJ5).

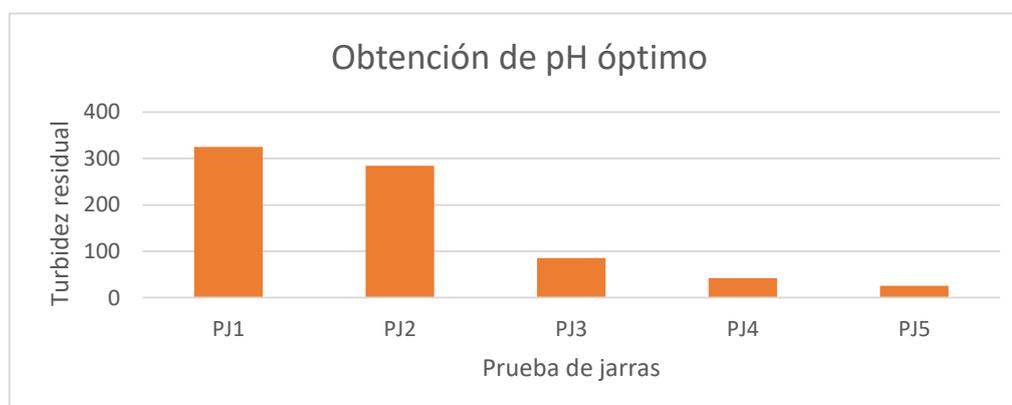


Figura 8. pH óptimo del biocompósito de quitina

En la Figura 8 se observó que el pH óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo y cadmio en aguas residuales de industria textil fue de 8, durante 15 min de contacto y una dosis de 4 g/L

El comportamiento de la concentración residual después de haber realizado la prueba de espectrofotometría UV/V en relación al pH determinó que los metales plomo y cadmio precipiten, ya que pasarán a ser hidróxidos y luego serán atrapados por el biocompósito de quitina de acuerdo a las fuerzas de Van der Waals.

4.4.2. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para reducir el metal plomo.

Para determinar la dosis y tiempo óptimo de reducción de plomo utilizando biocompósito de quitina se realizaron 3 tratamientos.

Tratamiento 1: Se trabajó a pH 8, dosis de 2, 3, 4 ,5 y 6gr por 15min

Tratamiento 2: Se trabajó a pH 8, dosis de 2, 3, 4 ,5 y 6gr por 30min

Tratamiento 3: Se trabajó a pH 8, dosis de 2, 3, 4,5 y 6gr por 45min

En la Tabla 10 se muestra el primer tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo.

Tabla 10. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo en el primer tratamiento.

| Tratamiento 1 | pH | Pb residual (mg/l) | Pb (biocompósito de quitina) |
|-----------------|----|--------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 -T15) | 8 | 1.1 | 0.05 |
| PJ2 - (D3 -T15) | 8 | 1.08 | 0.07 |
| PJ3 - (D4 -T15) | 8 | 1.04 | 0.11 |
| PJ4 - (D5 -T15) | 8 | 1.01 | 0.14 |
| PJ5 - (D6 -T15) | 8 | 1.1 | 0.05 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 10 se observó que la dosis de 5g y tiempo de contacto de 15 min son óptimos en la reducción de plomo, ya que mostró un valor 1.01 mg/L el cual es la menor concentración de plomo en el tratamiento.

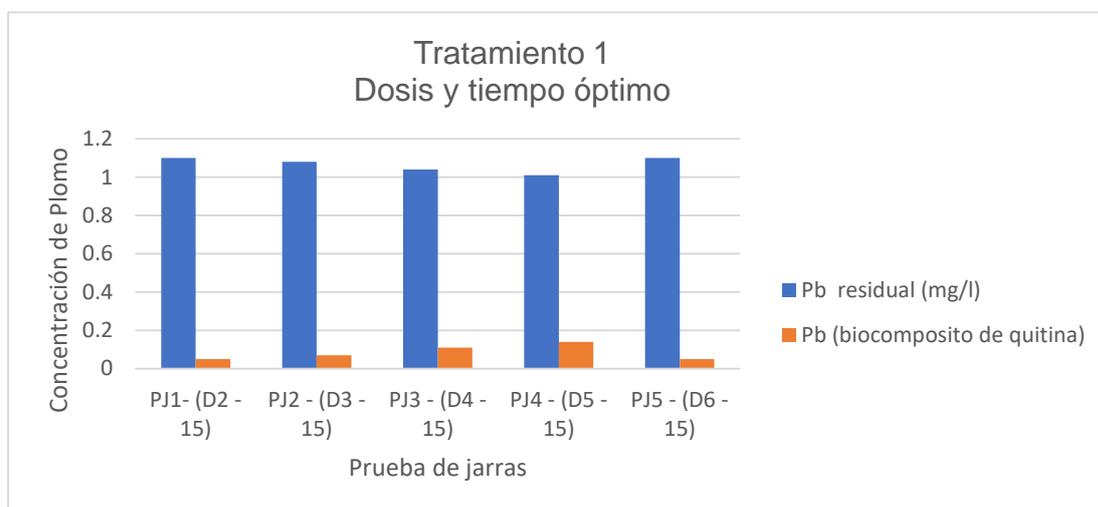


Figura 9. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina en el primer tratamiento

En la Figura 9 se observó que la dosis y tiempo óptimo de reducción de plomo utilizando el biocompósito de quitina en aguas de industria textil fue de 5g y 15min de contacto.

En la Tabla 11 se muestra el segundo tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo.

Tabla 11. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo, segundo tratamiento.

| Tratamiento 2 | pH | Pb residual (mg/l) | Pb (biocompósito de quitina) |
|------------------|----|--------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 - T30) | 8 | 1.09 | 0.06 |
| PJ2 - (D3 - T30) | 8 | 1.01 | 0.14 |
| PJ3 - (D4 - T30) | 8 | 0.985 | 0.165 |
| PJ4 - (D5 - T30) | 8 | 0.918 | 0.232 |
| PJ5 - (D6 - T30) | 8 | 0.911 | 0.239 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 11 se observó que la dosis de 6g y tiempo 30 min de contacto fueron óptimas en la reducción de plomo, dando un valor de 0.911 mg/L de concentración de plomo.

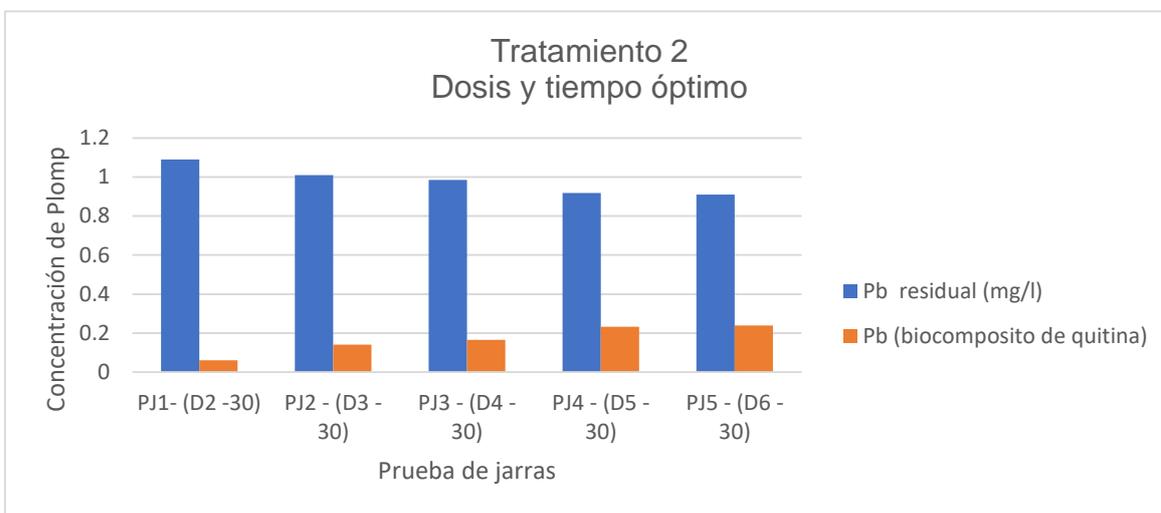


Figura 10. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina del segundo tratamiento

En la Figura 10 se identificó que la dosis y tiempo óptimo de reducción de plomo utilizando el biocompósito de quitina en aguas residuales de industria textil fue de 6g durante 3 min de contacto.

En la Tabla 12 se muestra el tercer tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina par la reducción de plomo y cadmio.

Tabla 12. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de plomo en el tercer tratamiento.

| Tratamiento 3 | pH | Pb residual(mg/l) | Pb (biocompósito de quitina) |
|------------------|----|-------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 - T45) | 8 | 0.989 | 0.161 |
| PJ2 - (D3 - T45) | 8 | 0.921 | 0.229 |
| PJ3 - (D4 - T45) | 8 | 0.843 | 0.307 |
| PJ4 - (D5 - T45) | 8 | 0.685 | 0.465 |
| PJ5 - (D6 - T45) | 8 | 0.612 | 0.538 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 12 se determinó que la dosis 6g y tiempo 45 min de contacto fueron óptimos en la reducción de plomo, debido a que en estas condiciones dan un valor de 0.612mg/L concentración de plomo.

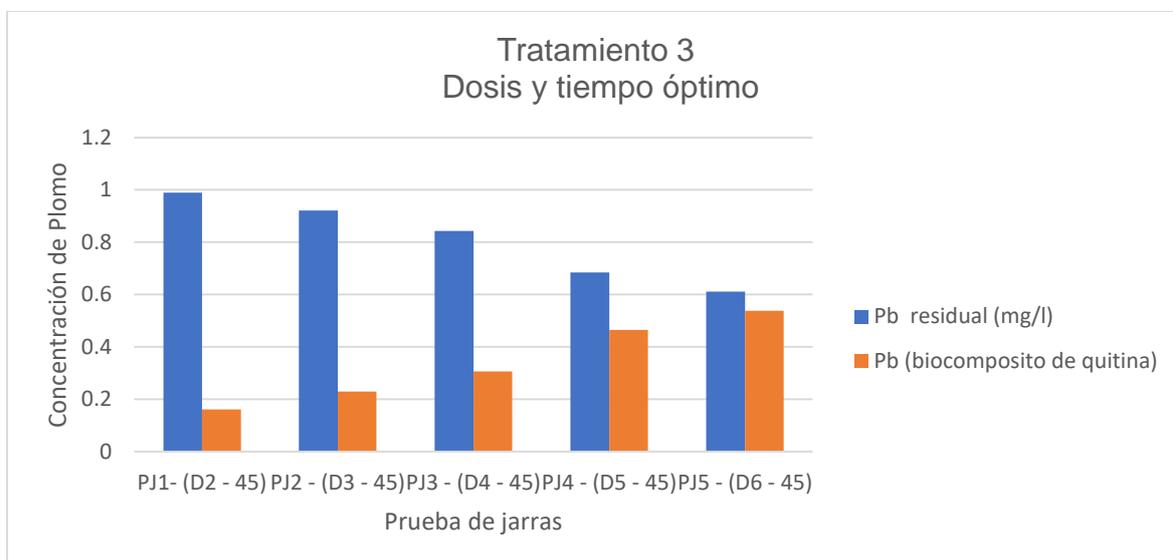


Figura 11. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina del tercer tratamiento.

En la Figura 11 se observó que la dosis y tiempo óptimo de reducción de plomo utilizando el biocompósito de quitina en aguas residual de industria textil fue 6g y 45min de contacto.

En conclusión, podemos señalar que la dosis óptima del biocompósito de quitina para la reducción de plomo en aguas de industria textil es de 6g/L y tiempo óptimo 45min que se encuentran en la prueba de jarra 5 (PJ5) del tercer tratamiento.

4.4.3. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para reducir el metal cadmio.

Para determinar la dosis y tiempo óptimo de reducción de cadmio utilizando biocompósito de quitina se realizaron 3 tratamientos.

Tratamiento 1: Se utilizaron pH 8, dosis de 2, 3, 4 ,5 y 6gr por 15min

Tratamiento 2: Se utilizaron pH 8, dosis de 2, 3, 4 ,5 y 6gr por 30min

Tratamiento 2: Se utilizaron pH 8, dosis de 2, 3, 4 ,5 y 6gr por 45min

En la Tabla 13 se muestra el primer tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

Tabla 13. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

| Tratamiento 1 | pH | Cd residual (mg/l) | Cd (biocompósito de quitina) |
|-----------------|----|--------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 - T15) | 8 | 0.7914 | 0.0036 |
| PJ2 - (D3 -T15) | 8 | 0.791 | 0.004 |
| PJ3 - (D4 -T15) | 8 | 0.7908 | 0.0042 |
| PJ4 - (D5 -T 5) | 8 | 0.7904 | 0.0046 |
| PJ5 - (D6 -T15) | 8 | 0.7901 | 0.0049 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 13 se observó que no hubo variación significativa utilizando el biocompósito de quitina.

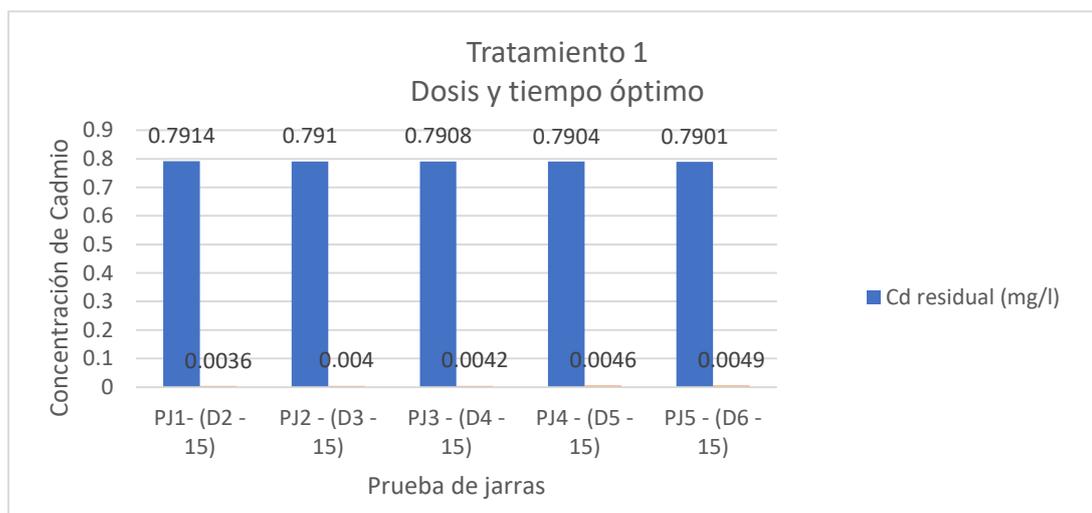


Figura 12. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina primer tratamiento.

En la Figura 12 se observó que no hubo variación significativa utilizando el biocompósito de quitina.

En la Tabla 14 se muestra el segundo tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

Tabla 14. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

| Tratamiento 2 | pH | Cd residual(mg/l) | Cd (biocompósito de quitina) |
|------------------|----|-------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 - T30) | 8 | 0.791 | 0.004 |
| PJ2 - (D3 - T30) | 8 | 0.79 | 0.005 |
| PJ3 - (D4 - T30) | 8 | 0.7808 | 0.0142 |
| PJ4 - (D5 - T30) | 8 | 0.7705 | 0.0245 |
| PJ5 - (D6 - T30) | 8 | 0.7689 | 0.0261 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 14 se observó que la dosis 6g y tiempo 30 min de contacto fueron óptimos en la reducción de cadmio del agua residual de industria textil utilizando el biocompósito de quitina.

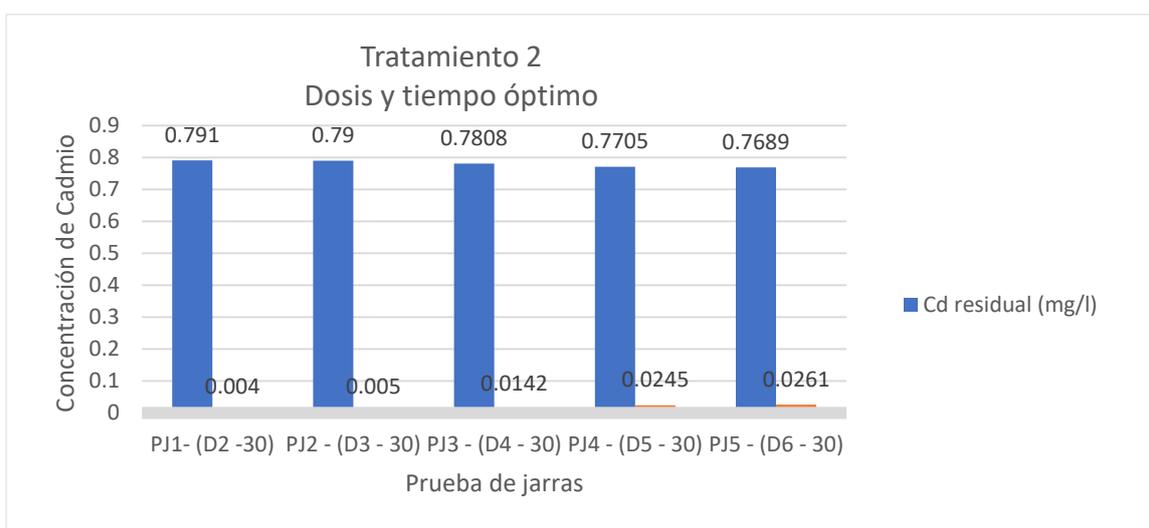


Figura 13. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina segundo tratamiento.

En la Figura 13 se observó que la dosis y tiempo óptimo de reducción de plomo utilizando el biocompósito de quitina en aguas residuales de industria textil fue de 6g y 30min de contacto.

En la Tabla 15 se muestra el tercer tratamiento de dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

Tabla 15. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio.

| Tratamiento 3 | pH | Cd residual (mg/l) | Cd (biocompósito de quitina) |
|------------------|----|--------------------|------------------------------|
| PJ1- (D2 - T45) | 8 | 0.6452 | 0.1498 |
| PJ2 - (D3 - T45) | 8 | 0.6521 | 0.1429 |
| PJ3 - (D4 - T45) | 8 | 0.5849 | 0.2101 |
| PJ4 - (D5 - T45) | 8 | 0.5246 | 0.2704 |
| PJ5 - (D6 - T45) | 8 | 0.4576 | 0.3374 |

PJ: Prueba de jarras

En la Tabla 15 se observó que la dosis y tiempo de contacto óptimo de reducción de plomo de agua residual textil utilizando el biocompósito de quitina fue de 6g y tiempo 45 min.

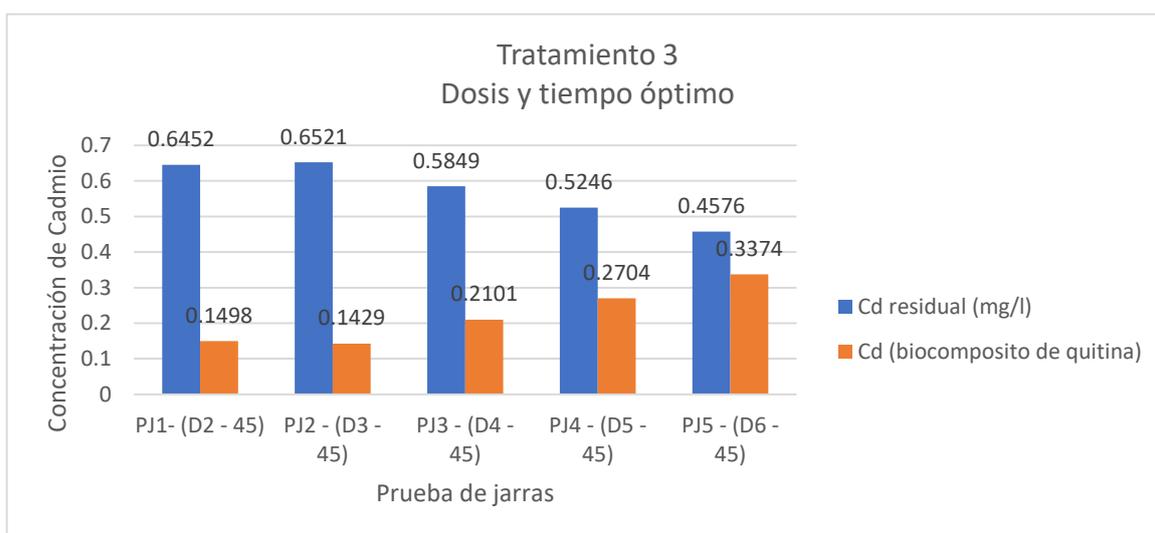


Figura 14. Dosis y tiempo óptimo del biocompósito de quitina tercer tratamiento.

En la Figura 14 se observó que la dosis y tiempo óptimo de reducción de cadmio utilizando el biocompósito de quitina en aguas residuales de industria textil fue de 6g y 45 min, respectivamente.

En conclusión, se señala que la dosis óptima del biocompósito de quitina para la reducción de cadmio en aguas de industria textil es de 6g/L y tiempo óptimo 45min de contacto que se encuentran en la prueba de jarra 5 (PJ5) del tercer tratamiento.

4.4.3. Análisis estadístico para la prueba de hipótesis general

Hipótesis general: El biocompósito de quitina del caparazón de mejillones tendrá la capacidad de reducir el plomo y cadmio en aguas residuales textiles.

Hipótesis nula: El biocompósito de quitina del caparazón de mejillones no reduce la concentración de plomo y cadmio en aguas residuales textiles.

Prueba estadística de normalidad para parámetros fisicoquímicos del agua residual textil.

En la Tabla 16 se muestra los resultados de las pruebas de normalidad para los parámetros fisicoquímicos (PFQ) del agua residual textil.

Tabla 16. Pruebas de normalidad para parámetros fisicoquímicos (PFQ) del agua residual textil.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| PFQ_T1 | ,306 | 20 | ,000 | ,800 | 20 | ,001 |
| PFQ_T2 | ,304 | 20 | ,000 | ,808 | 20 | ,001 |
| PFQ_T3 | ,294 | 20 | ,000 | ,822 | 20 | ,002 |

El valor del grado de libertad en los tres tratamientos es de 60 datos. Por ello, se utilizó kolmogoroy – Smirnoy, y se pudo observar que el $p < 0.05$, el cual indica que no es paramétrica (Spearman); rechazando la hipótesis nula.

Prueba estadística de normalidad para parámetros biológicos del agua residual textil.

En la Tabla 17 se muestra las pruebas de normalidad de los parámetros biológicos del agua residual textil.

Tabla 17. Pruebas de normalidad de parámetros biológicos del agua residual textil.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| OD_T123 | ,280 | 15 | ,003 | ,807 | 15 | ,005 |
| DQO_T123 | ,222 | 15 | ,045 | ,860 | 15 | ,024 |
| DBO_T123 | ,226 | 15 | ,037 | ,763 | 15 | ,001 |

La estadística que se utilizó fue Shapiro – Wilk debido a que el grado de libertad es menor a 50 y también se puede observar que $p < 0.05$. La distribución es no paramétrica por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Prueba estadística de normalidad para parámetros físicos (método gravimétrico) del agua residual textil.

En la Tabla 18 se muestra las pruebas de normalidad de parámetros físicos del agua residual textil.

Tabla 18. Pruebas de normalidad para parámetros físicos del agua residual textil.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| ST_T123 | ,154 | 15 | ,200* | ,967 | 15 | ,816 |
| SD_123 | ,100 | 15 | ,200* | ,959 | 15 | ,679 |
| SST_T123 | ,339 | 15 | ,000 | ,689 | 15 | ,000 |

Los sólidos suspendidos totales tienen una $p < 0.05$, el cual indica que el tratamiento del agua residual textil es no paramétrico. Por ello, se rechaza la hipótesis nula.

Prueba estadística de correlaciones de los parámetros biológicos del agua residual textil.

En la Tabla 19 se muestra la correlación de los parámetros biológicos en el agua residual textil.

Tabla 19. Correlaciones de los parámetros biológicos en el agua residual textil.

| | | | OD_T123 | DQO_T123 | DBO_T123 |
|-----------------|----------|----------------------------|---------|----------|----------|
| Rho de Spearman | OD_T123 | Coeficiente de correlación | 1,000 | -,901** | -,926** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 | ,000 |
| | | N | 15 | 15 | 15 |
| | DQO_T123 | Coeficiente de correlación | -,901** | 1,000 | ,943** |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . | ,000 |
| | | N | 15 | 15 | 15 |
| | DBO_T123 | Coeficiente de correlación | -,926** | ,943** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | ,000 | . |
| | | N | 15 | 15 | 15 |

La correlación de los parámetros biológicos acepta la hipótesis alterna debido a que el valor de $p < 0.05$.

Prueba estadística de correlaciones de los parámetros físicos (método gravimétrico) del agua residual textil.

En la Tabla 20 se muestra la correlación de los parámetros físicos del agua residual textil mediante el método gravimétrico.

Tabla 20. Correlaciones de los parámetros físicos del agua residual textil.

| | | | ST_T123 | SD_123 | SST_T123 |
|-----------------|----------|----------------------------|---------|--------|----------|
| Rho de Spearman | ST_T123 | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,989** | ,456 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 | ,088 |
| | | N | 15 | 15 | 15 |
| | SD_123 | Coeficiente de correlación | ,989** | 1,000 | ,408 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . | ,132 |
| | | N | 15 | 15 | 15 |
| | SST_T123 | Coeficiente de correlación | ,456 | ,408 | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,088 | ,132 | . |
| | | N | 15 | 15 | 15 |

Los sólidos suspendidos totales tienen una correlación positiva muy alta, ya que los valores de $p > 0.05$, por ello, se acepta la hipótesis general.

Prueba estadística de normalidad para el tratamiento de reducción de plomo en el agua residual textil

En la Tabla 21 se muestra las pruebas de normalidad del plomo (Pb) residual y plomo (Pb) absorbido.

Tabla 21. Pruebas de normalidad del Pb residual y Pb absorbido.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| T123_Pb Resd. | ,187 | 15 | ,167 | ,862 | 15 | ,026 |
| T123_Pb Abs. | ,187 | 15 | ,167 | ,862 | 15 | ,026 |

El valor $p > 0.05$ indica que tiene una distribución normal, por ello se trabajó con Shapiro - Wilk.

Prueba estadística de normalidad para los tratamientos de reducción de la concentración del plomo (Pb) en el agua residual textil.

En la Tabla 22 se muestra las pruebas de normalidad del plomo (Pb) residual y plomo (Pb) absorbido.

Tabla 22. Pruebas de normalidad del Pb residual y Pb absorbido.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| T123_Cd residual | ,351 | 15 | ,000 | ,726 | 15 | ,000 |
| T123_Cd adsorbido | ,351 | 15 | ,000 | ,726 | 15 | ,000 |

La estadística inferencial evaluada en el agua residual textil indica que tiene una distribución no paramétrica ya que el $p < 0.05$. Por lo que se rechaza la Hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación, el biocompósito de quitina tuvo reducciones de 46.78% de Pb y 42.44% de Cd en aguas residuales de industria textil. Este resultado no coincide con Qiao et al. (2020), quienes utilizaron microesferas de quitina para la adsorción de Cu^{+2} y Pb^{+2} en aguas residuales, logrando adsorber 197,35 mg/L de Cu^{+2} y 574,70 mg/L de Pb^{+2} con una eficiencia del 80% (Cu^{+2}) y 90% (Pb^{+2}). Similarmente, Qiao et al (2022) prepararon un adsorbente de quitina y microesferas para eliminar Pb^{+2} en aguas residuales, demostrando el 80% de adsorción de Pb^{+2} en 20 min de contacto. Mientras que, Esvandi et al. (2019) emplearon la quitina para mostrar la asimilación frente a los contaminantes metálicos Pb y Cd en medios acuosos, logrando una asimilación máxima de 90% de Pb y Cd durante 2.817 minutos y 3.876 minutos de contacto, respectivamente. Sin embargo, Yang et al. (2021) demostraron que un biomaterial en base a quitina e hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})^2$), logró eliminar hasta el 99.8% de As^{+3} durante 2 horas de contacto a una dosis de 0.4 g/L. De igual manera, Singh et al. (2016) utilizaron la quitina y el quitosano para eliminar Cr en aguas residuales, demostrando que el quitosano tuvo mayor eficiencia de 50% en 20 minutos de contacto, mientras que, la quitina tuvo una eficiencia del 49,98% en el mismo tiempo.

Así mismo, Gomaa (2018) utilizaron nanopartículas de quitina combinada con Fe para remover Cr^{+3} , Cd^{+2} y Ni^{+2} en aguas residuales durante 30 min de contacto, logrando remover 98.9%, 94.2% y 90.3% de Cr^{+3} , Cd^{+2} y Ni^{+2} , respectivamente. De igual manera, Mahmoud et al. (2017) demostraron que las nanopartículas de quitosano lograron eliminar 63% de PO_4^{3-} , 98% de Cd y 98% de $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ en aguas residuales. Este resultado difiere con Rashid et al. (2019), quienes emplearon el jacinto de agua y quitosano para adsorber Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} en aguas residuales, siendo eficiente en un 98%, 98.2% y 96.8% de adsorción para Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} , respectivamente. Por otro lado, Li et al. (2018) señalaron que un compuesto magnético con amino tiourea quitosano puede adsorber el Cd(II) en aguas residuales. La eficiencia de adsorción de Cd(II) fue de 84%.

El pH óptimo del biocompósito de quitina para la reducción de Pb y Cd en aguas de industria textil fue de 8 para ambos metales. Estos resultados concuerdan con el estudio de Borsagli (2019) quien logró absorber metales pesados como Cr(VI) y Cd(II) en aguas industriales mediante el uso del quitosano. Los resultados de adsorción del quitosano se dieron a pH 8.5 y 3 para Cr(VI) y Cd(II), respectivamente. Por otra parte, Hao y Liang (2022) adsorbieron Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} en aguas residuales utilizando quitosano. Los resultados evidenciaron que la reducción de Pb^{+2} , Cu^{+2} y Cd^{+2} se dieron a pH 6 con una dosis de 0,01 mg/L de quitosano. Mientras tanto, Mende et al. (2018) utilizaron el quitosano para adsorber iones de Ni en aguas residuales, demostrando una adsorción óptima a pH 6 por 24h de contacto.

La dosis óptima del biocompósito de quitina para la reducción de Pb y Cd en aguas residuales de industria textil fue de 6g/L para ambos metales. Por otro lado, Dagang et al. (2013) utilizaron las nanofibrillas de quitina como adsorbentes de metales pesados en aguas residuales. La adsorción se dio a diferentes dosis 2.94, 2.30, 2.06, 1.46 y 0.31 mmol/g para Cd^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Pb^{+2} y Cr^{+2} , respectivamente. Similarmente, Pinto et al. (2011) demostraron que la dosis óptima de quitina para la adsorción de metales pesados como Pb, Cd y Co en aguas industriales fue 1.24 mg/g, 1.81 mg/g y 0.93 mg/g, respectivamente. Sin embargo, Boulaiche et al. (2019) indica que la adsorción de metales pesados como Cu^{+2} , Cd^{+2} , Zn^{+2} y Ni^{+2} utilizando quitina en aguas residuales fue 61.43, 50.47, 38.46 y 4.40 (mg/L), respectivamente.

La adsorción de metales pesados en aguas residuales mediante la quitina convertida en quitosano, mostró una excelente capacidad de adsorción de Pb^{+2} a una dosis de 60,24 mg/g y pH 4 (Kaimbillah et al. 2021). Por otra parte, Muniz et al. (2022) manifestaron que la quitina convertida en quitosano para eliminar contaminantes de aguas industriales se dio a una dosis de 73.3 mg/L y pH 5. Por otro lado. Bai et al. (2018) demostraron que las perlas de Fe_3O_4 recubiertas de quitosano son rápidas y altamente selectivas para la adsorción de Pb^{+2} en aguas servidas. Además, refiere que la dosis óptima para la reducción de Pb(II) es 70,57 mg/g.

Por otro lado, Giraldo et al. (2017) indican que la adsorción de metales pesados en aguas residuales es fundamental para la gestión adecuada de descarga de efluentes industriales. Asimismo, refieren que la adsorción de iones metálicos mediante perlas de quitosano-tripolifosfato, se dio a pH 3 y 5 por 24h de contacto y dosis de 158, 55, 47 y 47 mg/g para Cu^{+2} , Pb^{+2} , Cd^{+2} y Zn^{+2} , respectivamente. Similarmente, Ramutshatsha et al. (2022) utilizaron la cáscara de banano en base a quitosano para adsorber metales pesados como Cd^{+2} y Pb^{+2} en aguas residuales, mostrando una eficiencia del 99,9% de adsorción de iones metálicos en aguas servidas a una dosis de 46,9 mg/L para Cd^{+2} y 57,1 mg/L para Pb^{+2} . Estos resultados contradicen con el estudio de Yu et al. (2017) quienes emplearon microesferas de quitosano reticuladas e injertadas con poli (ácido maleico) para adsorber Cd(II) en aguas residuales, demostrando que la dosis óptima de microesferas de quitosano para la adsorción de Cd(II) es 39,2 mg/L. Por otra parte, Xiaoyu et al (2022) demostraron que la quitina compuesta de hidrogel eliminó contaminantes en aguas residuales a una dosis de 116.6 mg/L.

El tiempo óptimo de reducción de plomo y cadmio mediante el uso del biocompósito de quitina en aguas residuales de industria textil fue 45min para plomo y cadmio. El resultado es contradecido por Ramírez et al. (2011) ya que desarrollaron un bioadsorbente basado en quitina y levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*L) para la adsorción de metales pesados como U, Mn, Al, Fe, Cu, Zn y Ni en aguas residuales. La adsorción de metales pesados se observó durante 10 a 15 minutos. Similarmente, Salam et al. (2011) utilizaron la quitina y 8-hidroxiquinolina para la adsorción de Cd^{+2} en aguas residuales durante 10 minutos de contacto.

Hu et al. (2017) lograron eliminar contaminantes metálicos como Pb^{+2} , Cd^{+2} y Cu^{+2} en aguas residuales mediante la montmorillonita-quitosano durante 3 horas de contacto. El siguiente resultado no concuerda con Lobo et al. (2013) ya que utilizaron quitina y quitosano para remover Al^{+3} en pozos de agua, demostrando que el quitosano tuvo mayor capacidad de remoción de Al^{+3} en 120 minutos del tiempo de contacto.

Por otro lado, Sheikhi et al. (2021) utilizaron la nanoquitina para eliminar iones de Cr(VI) en aguas servidas. Los resultados demostraron que la adsorción de Cr(VI) se dio a pH 6, temperatura 25°C, tiempo de contacto 60 minutos y dosis de 0.6 g/L. Similarmente, Ngoc (2017) obtuvieron quitosal a partir de la quitina para adsorber Pb^{+2} en aguas servidas, demostrando una eficiencia del 71% a una dosis de 15,7 mg/L durante 60 minutos de contacto. Sin embargo, Rech et al. (2019) utilizaron la quitina comercial para adsorber iones metálicos como Fe, Cu, Pb, Mn, Zn y Cr en aguas de escorrentía superficial con porcentajes de reducción entre 6,7% y 84,4%. Las pruebas de adsorción se dieron a una dosis de 10g y 24 horas de contacto.

VI. CONCLUSIONES

El tratamiento con el biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones en aguas residuales textiles fue eficiente en la reducción de plomo y cadmio, con un 46.78% y 42.44 %, respectivamente.

1. El pH óptimo de reducción de metales Pb y Cd mediante el biocompósito de quitina fue de 8 para ambos metales.
2. La dosis óptima del biocompósito de quitina para reducir Pb y Cd en aguas residuales textiles fue de 6 g/L.
3. El tiempo óptimo de reducción de metales Pb y Cd mediante el biocompósito de quitina fue de 45 min para ambos metales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Preparar el biocompósito con diferentes componentes para la reducción de metales en aguas residuales industriales
2. Emplear el biocompósito de quitina para la reducción de metales pesados en diferentes tipos de aguas residuales.
3. Evaluar la reducción de otros metales pesados presentes en aguas residuales industriales.
4. Realizar la simulación en la prueba de jarra con tres repeticiones para tener un valor referencial de reducción de los metales pesados con mayor exactitud.

REFERENCIAS

- ALNAVIO. Lima podría quedarse sin agua potable. [En línea] 1 de noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022.] Disponible en: <https://alnavio.es/lima-podria-quedarse-sin-agua-potable/>
- ALONSO, M.L.F., ANTONIO, G.A.J., HUMBERTO, S.T. y CARLOS, D.D.. Experimental estimation of structures impact pressure of a granular debris flow. 2018. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 34, no. 1, pp. 157-161. ISSN 01884999. DOI 10.20937/RICA.2018.34.01.14
- ATOCHE, Ordoñez, L.M., Niveles de metales en mejillones procedentes de instalaciones portuarias. 2017, Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90153/ATOCHE%20-%20Niveles%20de%20metales%20en%20mejillones%20procedentes%20de%20instalaciones%20portuarias.pdf?sequence=1>
- ARIAS ODON, Fidas. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 6a EDICIÓN. ISBN 978-980-07-8529-4. 2012. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- BAI, Ruixi, Yang Zhang, Zhigang Zhao, Qiuxia Liao , Peng Chen, Panpan Zhao, Wanghuan Guo, Fan Yang, Laichao Li. Rapid and highly selective removal of lead in simulated wastewater of rare-earth industry using diglycolamic-acid functionalized magnetic chitosan adsorbents. 2018 [En línea] 25 de march de 2018. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2022.] DOI: 10.1016/j.jiec.2017.10.053 Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000427099800047>
- BOULAICHE, W., Hamdi, B. Y Trari, M., Removal of heavy metals by chitin: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. 2019, *Applied Water Science* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 1-10. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-019-0926-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13201-019-0926-8>.
- BORSAGLI, F.G.L.M. y Borsagli, A., Chemically Modified Chitosan Bio-Sorbents for the Competitive Complexation of Heavy Metals Ions: A Potential Model for the Treatment of Wastewaters and Industrial Spills. 2019, *Journal of Polymers and the Environment* [en línea], vol. 27, no. 7, pp. 1542-1556. ISSN 15728900. DOI 10.1007/s10924-019-01449-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10924-019-01449-4>.
- BURCIAGA-Montemayor, N.G., Claudio-Rizo, J.A., Cano-Salazar, L.F., Martínez-Luévanos, A. y Vega-Sánchez, P. Compósitos en estado hidrogel con aplicación en la adsorción de metales pesados presentes en aguas residuales. 2019, *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 23, pp. 1-13. ISSN 1405-888X. DOI 10.22201/fesz.23958723e.2020.0.211.

- BRAÑEZ SÁNCHEZ, M. Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. 2018, *Campus*, vol. 23, no. 26, pp. 129-143. ISSN 18126049. DOI 10.24265/campus.2018.v23n26.03.
- CONDE Cid, Manuel; Paradelo Núñez, Remigio; Arias Estévez, Manuel; Álvarez Rodríguez, Esperanza; Fernández-Sanjurjo, María José y Núñez-Delgado, Avelino. Eliminación de fósforo de aguas residuales utilizando concha de mejillón. 2016, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7332651>.
- CHOQUE-Quispe, D., Ramos-Pacheco, B.S., Ligarda-Samanez, C.A., Barboza-Palomino, G.I., Kari-Ferro, A., Taípe-Pardo, F. Y Choque-Quispe, Y., Heavy metal removal by biopolymers-based formulations with native potato starch/nopal mucilage.2022, *Revista Facultad de Ingeniería*, no. 103, pp. 44-50. ISSN 24222844. DOI 10.17533/udea.redin.20201112.
- CLAUDIO Rizo, J.A., Burciaga-Montemayor, N.G., Cano-Salazar, L.F., Flores-Guía, T.E., Cabrera-Munguía, D.A., Herrera-Guerrero, A. Y Soriano-Corral, F. Novel Collagen-Chitosan Based Hydrogels Reinforced with Manganite as Potential Adsorbents of Pb²⁺ Ions. 2020, *Journal of Polymers and the Environment* [en línea], vol. 28, no. 11, pp. 2864-2879. ISSN 15728919. DOI 10.1007/s10924-020-01822-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01822-8>.
- DAGANG, Liu., Yi Zhu., Zehui Li., Donglin Tian., Lei Chen., Peng Chen. Chitin nanofibrils for rapid and efficient removal of metal ions from water system. 2013, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.06.015>, Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861713006115?via%3Dihub>
- EFSTATHIOS, V.Liakossofia A.Mitkidouathanasios C.Mitropoulosgeorge Z.Kyzas. 2019. Nanohybrid Chitosans in Sorption Technology. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128141328000046?via%3Dihub#!>
- ESVANDI, Z., Foroutan, R., Mirjalili, M., Sorial, G.A. Y Ramavandi, B., Physicochemical Behavior of Penaeus semisulcatus Chitin for Pb and Cd Removal from Aqueous Environment. 2019 *Journal of Polymers and the Environment* [en línea], vol. 27, no. 2, pp. 263-274. ISSN 15662543. DOI 10.1007/s10924-0181345x.Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000458453100005>
- GARCIA, M., 2011. Acid-base disturbances in critically ill patients. *Artículo de Revisión*, vol. 28, no. 1, pp. 46-55. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v28n1/a08v28n1.pdf>
- GARCIA TALLEDO, E.G., Determinación de la Mortalidad total del choro (*Aulacomya ater*) en la región Lima-Callao. 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/referencias%20para%20proyecto/197.pdf>

- GIRALDO, J.D., Rivas, B.L., Elgueta, E. Y Mancisidor, A., Metal ion sorption by chitosan–tripolyphosphate beads. 2017, *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 134, no. 46, pp. 1-9. ISSN 10974628. DOI: 10.1002/aplicación 45511. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000408865700015>
- GOMAA, E.Z., Iron Nanoparticles α -Chitin Nanocomposite for Enhanced Antimicrobial, Dyes Degradation and Heavy Metals Removal Activities. 2018, *Journal of Polymers and the Environment* [en línea], vol. 26, no. 9, pp. 3638-3654. ISSN 15662543. DOI 10.1007/s10924-018-1247-y. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-018-1247-y>.
- GONCHARUK, V. V., BAGRII, V.A., MEL'NIK, L.A., CHEBOTAREVA, R.D. y BASHTAN, S.Y., 2010. The use of redox potential in water treatment processes. *Journal of Water Chemistry and Technology*, vol. 32, no. 1, pp. 1-9. ISSN 1063455X. DOI 10.3103/S1063455X10010017.
- GONZALO, Escalante Silva Santisteban. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de gelatina a base de agar-agar. 2019. Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10567/Escalante_Silva_Santisteban_Gonzalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GUILLÉN Zevallos, M.O., Pérez Murillo, V., Quispe Carrizales, T., Talavera Núñez, M.E. Y Huamán Paredes, F.E. Tratamiento Fisicoquímico De Los Efluentes Del Proceso De Lavado De Lana En Una Industria Textil De Arequipa. 2021. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 86, no. 4, pp. 428-438. ISSN 1810-634X. DOI 10.37761/rsqp.v86i4.312.
- HAO, D. y LIANG, Y., Adsorption of Cu²⁺, Cd²⁺ and Pb²⁺ in wastewater by modified chitosan hydrogel. 2022 *Environmental Technology (United Kingdom)* [en línea], vol. 43, no. 6, pp. 876-884. ISSN 1479487X. DOI 10.1080/09593330.2020.1807612. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1807612>.
- HERNÁNDEZ, Roberto et al. Metodología de la investigación. 6ta edición. Ciudad de México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2014: 978-1-4562-23960. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaedicion.compressed.pdf>
- HU, C., Zhu, P., Cai, M., Hu, H. Y Fu, Q., Comparative adsorption of Pb(II), Cu(II) and Cd(II) on chitosan saturated montmorillonite: Kinetic, thermodynamic and equilibrium studies. 2017. *Applied Clay Science* [en línea], vol. 143, no. August 2016, pp. 320-326. ISSN 01691317. DOI 10.1016/j.clay.2017.04.005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2017.04.005>.
- HUIMAN CRUZ, A. Los residuos peligrosos generados en la industria textil peruana para el caso de la Alta costura, fibra de alpaca y curtiembre. 2022. *Revista del*

Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, vol. 25, no. 49, pp. 115-133. ISSN 1561-0888. DOI 10.15381/iigeo.v25i49.21097.

KAIMBILLAH, R., Islam, M.A., Agunaou, M. Y Soufiane, A., 2021. A promising chitosan/fluorapatite composite for efficient removal of lead (II) from an aqueous solution. *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 14, no. 12. ISSN 18667538. DOI 10.1007/s12517-021-07473-w.

LI, Ronghua, Wen Liang, Hui Huang, Shuncheng Jiang, Di Guo, Manlin Li, Zengqiang Zhang, Amajd Ali, Jim J. Wang. Removal of cadmium(II) cations from an aqueous solution with aminothiourea chitosan strengthened magnetic biochar. 2018. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2022.] Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.46239>.

LIANGZHI Qiao, Liangshen Zhao, Kaifeng Du. Construction of hierarchically porous chitin microspheres via a novel Dual-template strategy for rapid and High-capacity removal of heavy metal ions. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124818>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894720308093>

LOBO-RECIO, Maria Angeles; Lapolli, Flavio Rubens; Belli, Tiago Jose; Folzke, Cristiane Tarouco; Zepon Tarpani, Raphael Ricardo. Study of the removal of residual aluminum through the biopolymers carboxymethylcellulose, chitin, and chitosan. DOI10.1080/19443994.2012.715133. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000313795500051>

MAHMOUD, R., Moaty, S.A., Mohamed, F. Y Farghali, A., Comparative Study of Single and Multiple Pollutants System Using Ti-Fe Chitosan LDH Adsorbent with High Performance in Wastewater Treatment. 2017 *Journal of Chemical and Engineering Data*, vol. 62, no. 11, pp. 3703-3722. ISSN 15205134. DOI 10.1021/acs.jced.7b00453.

MÁRMOL, zulay, Gisela Páez, Marisela Rincón, Karelen Araujo. Chitin and Chitosan, friendly polymers. A review of your apps. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235431334_Quitina_y_Quitosano_p_olimeros_amigables_Una_revisión_de_sus_aplicaciones.

MARTÍNEZ-ORJUELA, M.R., MENDOZA-CORONADO, J.Y., MEDRANO-SOLÍS, B.E., GÓMEZ-TORRES, L.M. y ZAFRA-MEJÍA, C.A. Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. 2020. *Revista UIS Ingenierías*, vol. 19, no. 1, pp. 15-24. ISSN 16574583. DOI 10.18273/revuin.v19n1-2020001.

MEDINA-Rodríguez, D.F. Martin-Torres, D.M.S., De García, C.M.L., García-Berfon, L. V., Aguilar-Ramírez, S.D., Jaramillo-Fierro, X. V., Rosado-Alcarria, D.J. Y Garcia-López, A.L., 2021. Removal of pb(II) in aqueous solutions using synthesized zeolite x from ecuadorian clay. *Ingeniería e Investigación*, vol. 41, no. 2, pp. 1-12. ISSN 22488723. DOI 10.15446/ing.investig.v41n2.89671.

- MENDE, Mandy, Dana Schwarz,Christine Steinbach,Regine Boldt and Simona Schwarz.The Influence of Salt Anions on Heavy Metal Ion Adsorption on the Example of Nickel. 2018 [En línea] 13 de January de 2018. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2022.] Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/11/3/373/htm>
- MONTES, Martínez, Raquel. Caracterización de (bio)compósitos en función de la proporción de grafito y optimización de la composición para su aplicación en el desarrollo de (bio)sensores amperométricos. 2014. Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/285554#page=1>
- MONTILLA-Escudero, E.A., Dulce-Rivadeneira, M.F., Quevedo-Hidalgo, B., Mercado-Reyes, M., Álvarez-León, R., Molina-Vargas, J.N. y TRESPALACIOS-RANGEL, A.A., 2011. Efecto del tratamiento alcalino sobre la productividad y las propiedades físicas del agar-agar proveniente de *Gracilaria verrucosa*. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, vol. 40, no. 1, pp. 75-88. ISSN 01229761.
- MUNIZ, G.L., Borges, A.C., Da Silva, T.C.F., Batista, R.O. Y De Castro, S.R. Chemically enhanced primary treatment of dairy wastewater using chitosan obtained from shrimp wastes: optimization using a Doehlert matrix design.2022. *Environmental Technology (United Kingdom)* [en línea], vol. 43, no. 2, pp. 237-254. ISSN 1479487X. DOI 10.1080/09593330.2020.1783372. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1783372>.
- ÑAUPAS, Paitán, Humberto, Valdivia Dueñas, Marcelino Raúl, Palacios Vilela, Jesús Josefa & Romero Delgado, Hugo Eusebio. Metodología de la 35 investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis.2018 [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2021.] Disponible en: <https://corladancash.com/wpcontent/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-y-cualitativa-Humberto-NaupasPaitan.pdf>
- NGOC, T.T.H., Modulation and application of chitosan to adsorb lead (Pb²⁺) in wastewater. 2017. *Air and Water Components of the Environment 2017*, vol. 9, no. December, pp. 325-332. DOI 10.24193/awc2017_41. Onl in. , 2019. vol. 40, no. May, pp. 2019.
- OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales. 2014. *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental* [en línea], pp. 36. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.
- OIKAWA, S., TSUDA, M., OKAMURA, Y. y URABE, T., 1984. Prefulvene as a Stable Intermediate at the Potential Energy Surface Minimum of the Benzene \rightleftharpoons Benzvalene Isomerization Process. *Journal of the American Chemical Society*, vol. 106, no. 22, pp. 6751-6755. ISSN 15205126. DOI 10.1021/ja00334a047.

- ONU- Organización Naciones Unidas. 2019. Noticias ONU Mirada global Historias humanas. [En línea] 12 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022.] Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>.
- OXFAM. Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable. [En línea] [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable#:~:text=a%20agua%20potable-,Entre%207%20y%208%20millones%20de%20peruanos%20no%20tienen%20acceso,donde%20existe%20una%20mayor%20demanda>
- PAKHARUDDIN, N.H., Fazly, M.N., Ahmad Sukari, S.H., Tho, K. Y Zamri, W.F.H. Water treatment process using conventional and advanced methods: A comparative study of Malaysia and selected countries. 2021. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 880, no. 1, pp. 12017. ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/880/1/012017.
- PAL, P., Pal, A., Nakashima, K. Y Yadav, B.K. Applications of chitosan in environmental remediation: A review. 2021. *Chemosphere*, vol. 266, pp. 33246700. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.128934.
- PINTO, Patricio X; Al-Abed, Souhail R; Reisman, David J. Biosorption of heavy metals from mining influenced water onto chitin products. 2011. DOI10.1016/j.cej.2010.11.091. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000287901900025>
- QIAO, Liangzhi; Wang, Tao; Liao, Yuxin; Du, Kaifeng. Macroporous chitin microspheres prepared by surfactant micelle swelling strategy for rapid capture of lead (II) from wastewater. DOI10.1016/j.carbpol.2021.118775. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000708818500006>
- RAMÍREZ, Paredes Fernando; Manzano-Munoz, Teresa; Garcia-Prieto, Juan; Zhadan, Galina; Shnyrov, Valery L; Kennedy, John F; Roig, Manuel G. Biosorption of heavy metals from acid mine drainage onto biopolymers (chitin and alpha (1,3) beta-D-glucan) from industrial biowaste exhausted brewer's yeasts (*Saccharomyces cerevisiae* L.). 2011. DOI10.1007/s12257-010-0465-5. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000297709200027>
- RAMUTSHATSHA-Makhwedzha, D., Mbaya, R. Y Mavhungu, M.L. Application of Activated Carbon Banana Peel Coated with Al₂O₃-Chitosan for the Adsorptive Removal of Lead and Cadmium from Wastewater. 2022. *Materials*, vol. 15, no. 3. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma15030860. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000755278000001>
- RASHID, F.H., TAHA, A.A. y HAMEED, N.J. Study of toxic heavy metal removal by different chitosan/hyacinths plant composite. 2019. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, vol. 50, no. 5, pp. 1416-1424. ISSN 24100862. DOI

10.36103/ijas.v50i5.809.

RECH, A.S., Rech, J.C., Caprario, J., Tasca, F.A., Recio, M.Á.L. Y Finotti, A.R., Use Of Shrimp Shell For Adsorption Of Metals Present In surface runoff. 2019. <https://www.proquest.com/docview/2283677911/F7FD557F4981425E/PQ/1?accountid=37408>

RINCON-SILVA, N.G. Evaluación de parámetros físico-químicos del agua en el proceso de potabilización del río Subachoque. 2016. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 6-23. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/12123>.

ROBLEDO Zacarías, V.H., Velázquez Machuca, M.A., Montañez Soto, J.L., Pimentel Equihua, J.L., Vallejo Cardona, A.A., López Calvillo, M.D. y Venegas González, J. Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. 2017., *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 33, no. 2, pp. 221-235. ISSN 01884999. DOI 10.20937/RICA.2017.33.02.04.

RODRIGUEZ, Johel. Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela. 2009., *Revista Pensamiento Actual*, Universidad de Costa Rica, Vol. 9: 12-13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932> ISSN: 1409 - 0112.

RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, M.L. Adsorción de metales pesados mediante biocompositos con base en quitina de diferentes grados de acetilación. 2011 [en línea], pp. 3-18. Disponible en: <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/619/3/TMIPICYTR6A32011.pdf>.

SALAM, Mohamed Abdel; Obaid, Abdullah Y; El-Shishtawy, Reda M; Hussein, Mahmoud A. Preparation of novel magnetic chemically modified chitin nanocomposites and their application for environmental remediation of cadmium ions in model and real water samples. 2020. DOI10.1016/j.jpccs.2020.109748. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000586405300055>

SANDOVAL-Ibarra, Federico D; López-Cervantes, José L. y Gracia-Fadrique, Jesús. Ecuación de Langmuir en líquidos simples y tensoactivos Federico. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.03.002>. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v26n4/0187-893X-eq-26-04-00307.pdf>

SÁNCHEZ-Marín, P., Besada, V. Y Beiras, R. Use of whole mussels and mussel gills in metal pollution biomonitoring. 2018., *Ciencias Marinas*, vol. 44, no. 4, pp. 279-294. ISSN 01853880. DOI 10.7773/cm.v44i4.2861.

SHEIKHI, M. Y Rezaei, H., Adsorption Of Hexavalent Chromium Ions From Aqueous Solutions Using Nano-chitin: Kinetic, isotherms and thermodynamic studies. 2021. *Water Practice and Technology*, vol. 16, no. 2, pp. 436-451. ISSN 1751231X. DOI 10.2166/wpt.2021.007. Disponible en:

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000675655900012>

SHAARI, N.E.M., Tajudin, M.T.F.M., Khandaker, M.M., Majrashi, A., Alenazi, M.M., Abdullahi, U.A. Y Mohd, K.S. Cadmium toxicity symptoms and uptake mechanism in plants: a review. 2024., *Brazilian Journal of Biology*, vol. 84, pp. 1-17. ISSN 16784375. DOI 10.1590/1519-6984.252143.

SINGH, P. Y Nagendran, R., A Comparative Study Of Sorption of chromium (III) onto chitin and chitosan. 2016. *Applied Water Science*, vol. 6, no. 2, pp. 199- 204. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-014-0218-2.

TAMJIDI, S. Y Ameri, A. A review of the application of sea material shells as low cost and effective bio-adsorbent for removal of heavy metals from wastewater. 2020., *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, no. 25, pp. 31105-31119. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-020-09655-7.

UNESCO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos. [En línea] 2020. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022.] Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020>.

YANG, Zhiguang; Yan, Gaojun; Song, Zhiwei; Zhang, Junzheng; Wang, Chenlong; Yu, Zhisheng; Bai, Zhihui; Zhuang, Guoqiang; Liang, FenStudy on Adsorption of As (III) by a New Bio-Material from Chitin Pyrolysisg. DOI10.3390/w13212944. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000720752200001>.

YU, Z., Dang, Q., Liu, C., Cha, D., Zhang, H., Zhu, W., Zhang, Q. Y Fan, B. Preparation and characterization of poly(maleic acid)-grafted cross-linked chitosan microspheres for Cd(II) adsorption. 2017., *Carbohydrate Polymers*, vol. 172, no. li, pp. 28-39. ISSN 01448617. DOI 10.1016/j.carbpol.2017.05.039. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000404697300004>

ANEXOS

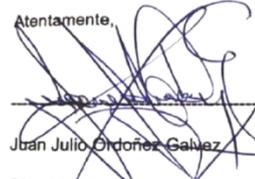
Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

| Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | | | | | |
|--|--|---|---|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Variables | | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición / unidades |
| Independiente | Biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | El biocompósito es sintetizado a partir de un polímero, prepolímero y un catalizador. La quitina es considerada como el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza y forma parte de la estructura esquelética de los invertebrados, Rodríguez (2011). | El biocompósito fue aplicado en función del pH, dosis y tiempo. | pH | 4, 5, 6. 7 y 8 | 1 - 14 |
| | | | | Dosis | 2, 3, 4, 5 y 6 | g/L |
| | | | | Tiempo | 15, 30 y 45 | min |
| Dependiente | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles | La reducción de metales pesados en aguas residuales se da a través de tratamientos fisicoquímicos y biológicos, Ayme (2020). | <p>La reducción de plomo y cadmio fue evaluada mediante la concentración inicial y final de los metales. También se consideró las características fisicoquímicas y biológicas de las aguas residuales textiles. El porcentaje de reducción fue evaluado mediante la siguiente formula:</p> $\%R = \frac{ci - cf}{ci} \times 100$ <p>Donde: %r=Porcentaje Ci: Concentración inicial Cf: Concentración final</p> | Características fisicoquímicas | pH | 1 - 14 |
| | | | | | Temperatura | °C |
| | | | | | Conductividad eléctrica | µS/cm |
| | | | | | Potencial redox | mV |
| | | | | | Turbidez | NTU |
| | | | | | Sólidos totales | mg/l |
| | | | | | Sólidos Disueltos | mg/l |
| | | | | Sólidos suspendidos totales | mg/l | |
| | | | | Características biológicos | Oxígeno disuelto | mgO ₂ /l |
| | | | | | Demanda química de oxígeno | mgO ₂ /l |
| Demanda bioquímica de oxígeno | mgO ₂ /l | | | | | |
| Porcentaje de reducción de Pb y Cd | Concentración inicial del metal | mg/L | | | | |
| | Concentración final del metal | | | | | |

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

| Ficha 1. Ubicación y recolección de la muestra | | | |
|--|--|--------------------|----------------------|
| Título | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | |
| Línea de investigación | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | |
| Responsables | Arroyo Bellodas, Johan Jerko | | |
| | Huaman Hanco, Yuli | | |
| Asesor | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | |
| Datos del lugar de estudio | | | |
| Departamento | | Distrito | |
| N° de muestra | Código | Fecha | Hora |
| | | | |
| Coordenadas UTM | | Volumen (L) | Observaciones |
| Norte | Este | | |
| | | | |

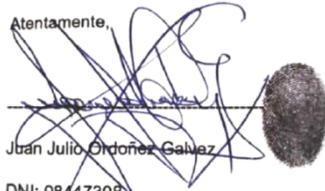

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba
 CIP N° 25450

| Ficha 2. Caracterización química de la quitina y composición del biocompósito | | | | |
|---|--|-------------------|-------------------------------------|-----------|
| Título | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | | |
| Línea de investigación | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | |
| Responsables | Arroyo Bellodas, Johan Jerko | | | |
| | Huaman Hanco, Yuli | | | |
| Asesor | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | |
| Caracterización química de la quitina | | | Composición del biocompósito | |
| Parámetros | Valor | Materiales | | |
| Humedad (%) | | Peso (gr) | Quitina | Agar agar |
| Cenizas totales (%) | | | | |


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

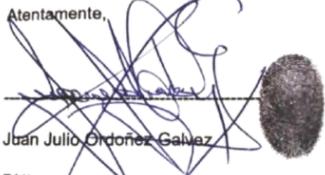
Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba
 CIP N° 25450

Ficha 3. Evaluación del pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito de quitina

| | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------|--|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Título | | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | | | | |
| Línea de investigación | | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | | | |
| Responsables | | Arroyo Bellodas, Johan Jerko | | | | | |
| | | Huaman Hanco, Yuli | | | | | |
| Asesor | | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | | | |
| Biocompósito de quitina | Tiempo | Dosis (mg/L) | pH | Plomo (mg/L) | | Cadmio (mg/L) | |
| | | | | CI | CF | CI | CF |
| | | | 4 | | | | |
| | | | 5 | | | | |
| | | | 6 | | | | |
| | | | 7 | | | | |
| | | 8 | | | | | |


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

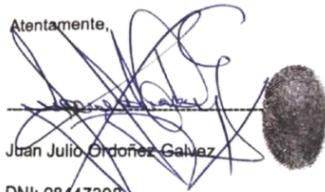
Atentamente,

 Juan Julio O'Donnell Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba
 CIP N° 25450

Ficha 4. Evaluación de la dosis óptimo de biocompósito de quitina

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--|-----------|---------------------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Título | | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | | | | | |
| Línea de investigación | | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | | | | |
| Responsables | | Arroyo Bellodas, Johan Jerko | | | | | | |
| | | Huaman Hanco, Yuli | | | | | | |
| Asesor | | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | | | | |
| Biocompósito de quitina | Tratamiento | Tiempo | pH | Dosis (mg/L) | Plomo (mg/L) | | Cadmio (mg/L) | |
| | | | | | CI | CF | CI | CF |
| | I | | | | | | | |
| | II | | | | | | | |
| | III | | | | | | | |


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

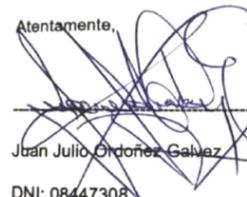
Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba.
 CIP N° 25450

Ficha 5. Evaluación del tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--|-----------|---------------------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Título | | Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones | | | | | | |
| Línea de investigación | | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | | | | | | |
| Responsables | | Arroyo Bellodas, Johan Jerko | | | | | | |
| | | Huaman Hanco, Yuli | | | | | | |
| Asesor | | Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto | | | | | | |
| Biocompósito de quitina | Tratamiento | Tiempo | pH | Dosis (mg/L) | Plomo (mg/L) | | Cadmio (mg/L) | |
| | | | | | CI | CF | CI | CF |
| | I | | | | | | | |
| | II | | | | | | | |
| | II | | | | | | | |


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

 Jhan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de junio del 2022


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización química de la quitina y composición del biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 22 de junio del 2022


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de junio del 2022


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación de la dosis óptimo del biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------------|
| 90% |
|------------|

Lima, 22 de junio del 2022


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de junio del 2022


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hancoco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 23 de junio del 2023

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrología Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización química de la quitina y composición del biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
Lima, 23 de junio del 2022


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

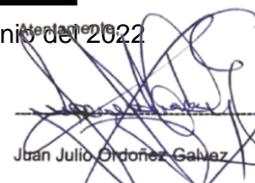
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 23 de junio del 2022


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación de la dosis óptimo de biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 23 de junio del 2022

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 23 de junio del 2022

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación y recolección de la muestra**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------------|
| 85% |
|------------|

Lima, 23 de junio del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnaba
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización química de la quitina y composición del biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 23 de junio del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del pH óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanccho, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 23 de junio del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación de la dosis óptimo de biocompósito de quitina**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hancoco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 23 de junio del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora **Docente en la Universidad César Vallejo" UCV" / Lima-Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación del tiempo óptimo de reducción de Pb y Cd en aguas residuales utilizando biocompósito**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Arroyo Bellodas, Johan Jerko – Huaman Hanco, Yuli**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----------|
| SI |
| - |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 23 de junio del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Anexo 3. Determinación de la humedad

a)



b)



c)



d)



- a. Acondicionamiento de los caparazones de mejillón
- b. Pesado del mejillón
- c. Los mejillones fueron llevados a la estufa por 24h a 30°C
- d. Extracción de los mejillones pasado el tiempo de secado en la estufa

Anexo 4. Obtención de quitina

a)



b)



c)



d)



e)



a. Triturado de los caparzones del mejillón

b. Molienda de los caparzones del mejillón

c. Pesado del NaOH (50 gr)

d. Desproteínización utilizando NaOH al 10%

e. Desmineralización utilizando HCl al 10%

Anexo 5. Análisis del agua tratada con el biocompósito de quitina

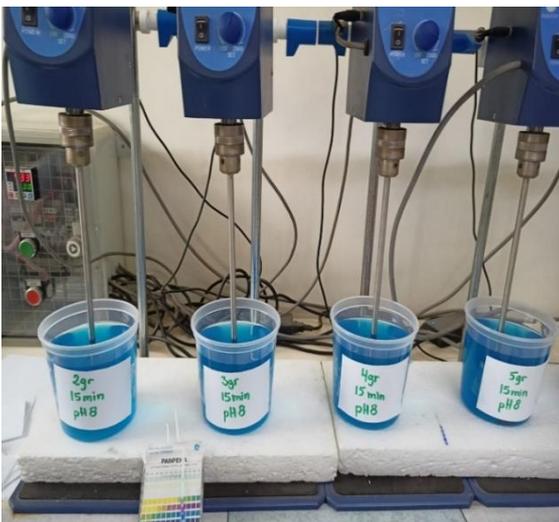
a)



b)



c)



d)



a. Programación del test de jarras para el tratamiento

b. Tratamiento 1 con el biocompósito

c. Tratamiento 2 con el biocompósito

d. Tratamiento 3 con el biocompósito

Anexo 4: Resultados potenciométricos de la quitina soluble en ácido acético

| (Volumen del NaOH) | (pH) | (Volumen/2) | $\Delta\text{pH}/\Delta V$ | (Vol. NaOH) | $(\Delta 2\text{pH}/\Delta 2V)$ |
|--------------------|-------|-------------|----------------------------|-------------|---------------------------------|
| 0.00 | 3.39 | 0.250 | 0.380 | 0.250 | -0.072 |
| 0.5 | 3.58 | 1.025 | 0.362 | 1.025 | -0.021 |
| 1.55 | 3.96 | 1.800 | 0.340 | 1.800 | -0.087 |
| 2.05 | 4.13 | 2.650 | 0.183 | 2.650 | 0.028 |
| 3.25 | 4.35 | 3.600 | 0.257 | 3.600 | -0.025 |
| 3.95 | 4.53 | 4.400 | 0.167 | 4.400 | 0.000 |
| 4.85 | 4.68 | 5.415 | 0.168 | 5.415 | -0.006 |
| 5.98 | 4.87 | 6.580 | 0.133 | 6.580 | 0.017 |
| 7.18 | 5.03 | 7.585 | 0.247 | 7.585 | -0.001 |
| 7.99 | 5.23 | 8.370 | 0.237 | 8.370 | 0.010 |
| 8.75 | 5.41 | 9.015 | 0.321 | 9.015 | -0.026 |
| 9.28 | 5.58 | 9.400 | 0.083 | 9.400 | 0.151 |
| 9.52 | 5.60 | 9.580 | 1.500 | 9.580 | -0.109 |
| 9.64 | 5.78 | 9.695 | 0.455 | 9.695 | -0.010 |
| 9.75 | 5.83 | 9.820 | 0.357 | 9.820 | 0.093 |
| 9.89 | 5.88 | 9.945 | 1.273 | 9.945 | -0.053 |
| 10.00 | 6.02 | 10.140 | 0.750 | 10.140 | -0.035 |
| 10.28 | 6.23 | 10.380 | 0.400 | 10.380 | 0.224 |
| 10.48 | 6.31 | 10.535 | 2.727 | 10.535 | 0.235 |
| 10.59 | 6.61 | 10.665 | 5.200 | 10.665 | 0.959 |
| 10.74 | 7.39 | 10.775 | 15.429 | 10.775 | -1.026 |
| 10.81 | 8.47 | 10.850 | 4.375 | 10.850 | 0.401 |
| 10.89 | 8.82 | 10.945 | 8.727 | 10.945 | -0.535 |
| 11.00 | 9.78 | 11.275 | 2.873 | 11.275 | -0.237 |
| 11.55 | 11.36 | 11.775 | 0.200 | 11.775 | 0.022 |
| 12.00 | 11.45 | 12.325 | 0.462 | 12.325 | 0.016 |
| 12.65 | 11.75 | 12.825 | 0.657 | 12.825 | 0.021 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Huaman Hanco, Yull
Procedencia de muestra : Av. Nicolas Ayllón – Ate – Lima.
Recepción de muestra : Lima, 17 de Octubre del 2022

Parámetros Iniciales

| Muestra | Temperatura °C | Potencial de hidrogeno Acido/base | Conductividad eléctrica mS/cm | Potencial redox mV | Turbidez NTU |
|---------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| ART - I | 18.5 | 6.45 | 2.60 | 224.1 | 434.21 |

ART - I: Agua residual textil – inicial

| Muestra | OD mgO ₂ /l | DBO5 (mgO ₂ /l) | DQO (mgO ₂ /l) | ST mg/l | SD mg/l | SST mg/l |
|---------|------------------------|----------------------------|---------------------------|---------|---------|----------|
| ART-I | 1.22 | 763 | 1700 | 3557 | 2239 | 1318 |

ART - I: Agua residual textil – inicial

| Muestra | Pb (mg/l) | Cd (mg/l) | Ceniza % | Proteínas (g) | Rendimiento % |
|------------|-----------|-----------|----------|---------------|---------------|
| Parámetros | 1.15 | 0.795 | 2.32 | 195 | 91.42 |

| Muestra | %T | Absorbancia | K | C mg AZM/L |
|----------------------|-------|-------------|---------|------------|
| QUITINA | | | | |
| N°80 (0.180mm) – 10 | 20.31 | 0.692290077 | 0.15768 | 4.39 |
| N° 100(0.150mm) – 10 | 32.15 | 0.49281902 | 0.15768 | 3.13 |
| N°200 (0.075mm) -10 | 65.24 | 0.185486048 | 0.15768 | 1.18 |

Métodos: Potenciometría, Winkler, reflujo-dicromato, gravimétrico, absorción atómica, espectrofotometría UV/V.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

| (Volumen del NaOH) | (pH) | (Volumen/2) | $\Delta pH/\Delta V$ | (Vol. NaOH) | $(\Delta 2pH/\Delta 2V)$ |
|--------------------|-------|-------------|----------------------|-------------|--------------------------|
| 0.00 | 3.39 | 0.250 | 0.380 | 0.250 | -0.072 |
| 0.5 | 3.58 | 1.025 | 0.362 | 1.025 | -0.021 |
| 1.55 | 3.96 | 1.800 | 0.340 | 1.800 | -0.087 |
| 2.05 | 4.13 | 2.650 | 0.183 | 2.650 | 0.028 |
| 3.25 | 4.35 | 3.600 | 0.257 | 3.600 | -0.025 |
| 3.95 | 4.53 | 4.400 | 0.167 | 4.400 | 0.000 |
| 4.85 | 4.68 | 5.415 | 0.168 | 5.415 | -0.006 |
| 5.98 | 4.87 | 6.580 | 0.133 | 6.580 | 0.017 |
| 7.18 | 5.03 | 7.585 | 0.247 | 7.585 | -0.001 |
| 7.99 | 5.23 | 8.370 | 0.237 | 8.370 | 0.010 |
| 8.75 | 5.41 | 9.015 | 0.321 | 9.015 | -0.026 |
| 9.28 | 5.58 | 9.400 | 0.083 | 9.400 | 0.151 |
| 9.52 | 5.60 | 9.580 | 1.500 | 9.580 | -0.109 |
| 9.64 | 5.78 | 9.695 | 0.455 | 9.695 | -0.010 |
| 9.75 | 5.83 | 9.820 | 0.357 | 9.820 | 0.093 |
| 9.89 | 5.88 | 9.945 | 1.273 | 9.945 | -0.053 |
| 10.00 | 6.02 | 10.140 | 0.750 | 10.140 | -0.035 |
| 10.28 | 6.23 | 10.380 | 0.400 | 10.380 | 0.224 |
| 10.48 | 6.31 | 10.535 | 2.727 | 10.535 | 0.235 |
| 10.59 | 6.61 | 10.665 | 5.200 | 10.665 | 0.959 |
| 10.74 | 7.39 | 10.775 | 15.429 | 10.775 | -1.026 |
| 10.81 | 8.47 | 10.850 | 4.375 | 10.850 | 0.401 |
| 10.89 | 8.82 | 10.945 | 8.727 | 10.945 | -0.535 |
| 11.00 | 9.78 | 11.275 | 2.873 | 11.275 | -0.237 |
| 11.55 | 11.36 | 11.775 | 0.200 | 11.775 | 0.022 |
| 12.00 | 11.45 | 12.325 | 0.462 | 12.325 | 0.016 |
| 12.65 | 11.75 | 12.825 | 0.657 | 12.825 | 0.021 |

Potenciometría de la quitina soluble en ácido acético.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

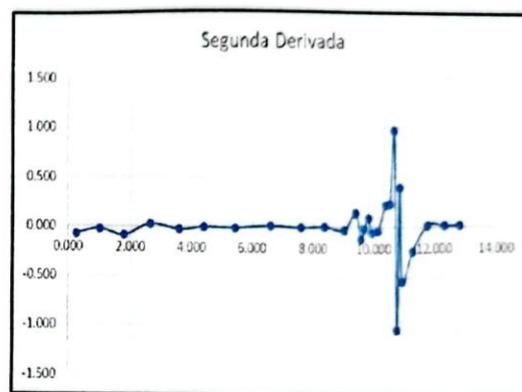
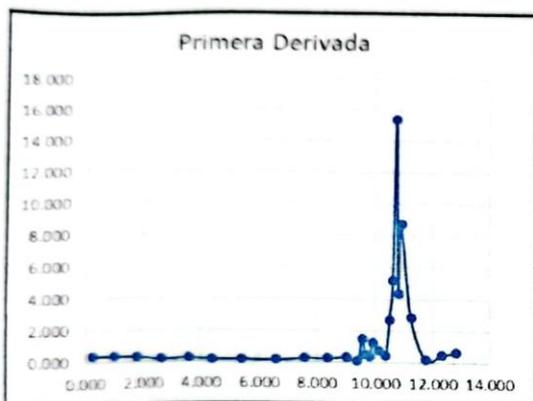
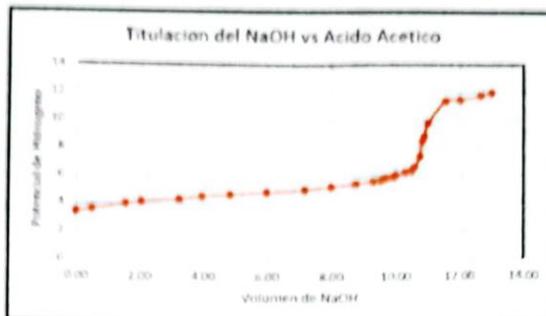
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría



$x = 10.72$ volumen del NaOH

pH = 10.8

Lima, 28 de Octubre del 2022

MSc. Atilio Mendoza A
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Huamán Hanco, Yuli

Procedencia de muestra : Av. Nicolas Ayllón 2598 – Ate – Lima.

Recepción de muestra : Lima, 10 de Noviembre del 2022

Primer Tratamiento del agua residual Textil

| Tratamiento 1 (15 minutos) | Temperatura °C | Potencial de hidrogeno Acido/base | Conductividad eléctrica mS/cm | Potencial redox mV | Turbidez NTU |
|-------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| PJ1- (D2 - 15) | 20.0 | 8.00 | 2.4 | 186.70 | 340.36 |
| PJ2 - (D3 - 15) | 20.0 | 7.90 | 2.1 | 184.23 | 338.12 |
| PJ3 - (D4 - 15) | 20.0 | 7.85 | 1.3 | 176.41 | 334.31 |
| PJ4 - (D5 - 15) | 20.0 | 7.74 | 1.06 | 164.12 | 298.12 |
| PJ5 - (D6 - 15) | 20.0 | 7.45 | 1.04 | 154.31 | 214.61 |

PJ1- (D2 - 15): Prueba de Jarra (Dosis – Tiempo minutos)

| Tratamiento 1 (15 minutos) | OD mgO ₂ /l | DQO mgO ₂ /l | DBO5 mgO ₂ /l | ST mg/l | SD mg/l | SST mg/l |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|
| PJ1- (D2 - 15) | 1.42 | 1686.7 | 757 | 3533 | 2226 | 1327 |
| PJ2 - (D3 - 15) | 1.83 | 1653.3 | 755 | 3396 | 2218 | 1178 |
| PJ3 - (D4 - 15) | 2.05 | 1640.0 | 746 | 3343 | 2178 | 1165 |
| PJ4 - (D5 - 15) | 2.11 | 1626.7 | 742 | 3281 | 2105 | 1176 |
| PJ5 - (D6 - 15) | 2.15 | 1606.7 | 735 | 3252 | 2060 | 1192 |

| Tratamiento 1 (15 minutos) | Pb (mg/l) | Cd (mg/l) | Pb (quitina) | Cd (quitina) |
|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PJ1- (D2 - 15) | 1.10 | 0.7914 | 0.05 | 0.0036 |
| PJ2 - (D3 - 15) | 1.08 | 0.7910 | 0.07 | 0.0040 |
| PJ3 - (D4 - 15) | 1.04 | 0.7908 | 0.11 | 0.0042 |
| PJ4 - (D5 - 15) | 1.01 | 0.7904 | 0.14 | 0.0046 |
| PJ5 - (D6 - 15) | 1.10 | 0.7901 | 0.05 | 0.0049 |

Métodos: Potenciometría, Winkler, reflujo- dicromato de Potasio, EPA 3050.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Segundo Tratamiento del agua residual Textil

| Tratamiento 2 (30 minutos) | Temperatura °C | Potencial de hidrogeno Acido/base | Conductividad eléctrica mS/cm | Potencial redox mV | Turbidez NTU |
|-------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| PJ1- (D2 - 30) | 20.12 | 8.00 | 2.1 | 186.70 | 340.36 |
| PJ2 - (D3 - 30) | 20.12 | 7.75 | 1.83 | 181.54 | 335.4 |
| PJ3 - (D4 - 30) | 20.12 | 7.66 | 1.14 | 167.43 | 326.4 |
| PJ4 - (D5 - 30) | 20.12 | 7.42 | 1.01 | 154.63 | 245.27 |
| PJ5 - (D6 - 30) | 20.12 | 7.38 | 0.998 | 143.15 | 198.5 |

PJ1- (D2 - 30): Prueba de Jarra (Dosis – Tiempo en minutos)

| Tratamiento 2 (30 minutos) | OD mgO ₂ /l | DQO mgO ₂ /l | DBO5 mgO ₂ /l | ST mg/l | SD mg/l | SST mg/l |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|
| PJ1- (D2 - 30) | 1.63 | 1666.7 | 746 | 3454 | 2195 | 1259 |
| PJ2 - (D3 - 30) | 2.03 | 1640.0 | 743 | 3324 | 2135 | 1189 |
| PJ3 - (D4 - 30) | 2.07 | 1573.3 | 741 | 3321 | 2114 | 1207 |
| PJ4 - (D5 - 30) | 2.13 | 1493.3 | 733 | 3261 | 2086 | 1175 |
| PJ5 - (D6 - 30) | 2.20 | 1433.3 | 729 | 3221 | 2069 | 1152 |

| Tratamiento 2 (30 minutos) | Pb (mg/l) | Cd (mg/l) | Pb (quitina) | Cd (quitina) |
|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PJ1- (D2 - 30) | 1.09 | 0.7910 | 0.06 | 0.0040 |
| PJ2 - (D3 - 30) | 1.01 | 0.7900 | 0.14 | 0.0050 |
| PJ3 - (D4 - 30) | 0.985 | 0.7808 | 0.165 | 0.0142 |
| PJ4 - (D5 - 30) | 0.918 | 0.7705 | 0.232 | 0.0245 |
| PJ5 - (D6 - 30) | 0.911 | 0.7689 | 0.239 | 0.0261 |

Métodos: Potenciometría, Winkler, reflujo- dicromato de Potasio, EPA 3050.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Tercer Tratamiento del agua residual Textil

| Tratamiento 3 (45 minutos) | Temperatura °C | Potencial de hidrogeno Acido/base | Conductividad eléctrica mS/cm | Potencial redox mV | Turbidez NTU |
|-------------------------------|-------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| PJ1- (D2 - 45) | 20.18 | 8.00 | 1.75 | 186.70 | 331.48 |
| PJ2 - (D3 - 45) | 20.18 | 7.58 | 1.45 | 175.14 | 312.34 |
| PJ3 - (D4 - 45) | 20.18 | 7.46 | 1.02 | 158.34 | 268.58 |
| PJ4 - (D5 - 45) | 20.18 | 7.32 | 0.986 | 138.57 | 196.41 |
| PJ5 - (D6 - 45) | 20.18 | 7.18 | 0.854 | 118.49 | 98.75 |

PJ1- (D2 - 45): Prueba de Jarra (Dosis - tiempo en minutos)

| Tratamiento 3 (45 minutos) | OD mgO ₂ /l | DQO mgO ₂ /l | DBO5 mgO ₂ /l | ST mg/l | SD mg/l | SST mg/l |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|
| PJ1- (D2 - 45) | 1.83 | 1626.7 | 748 | 3335 | 2141 | 1194 |
| PJ2 - (D3 - 45) | 2.09 | 1586.7 | 738 | 3310 | 2106 | 1204 |
| PJ3 - (D4 - 45) | 2.11 | 1480.0 | 725 | 3259 | 2094 | 1165 |
| PJ4 - (D5 - 45) | 2.18 | 1373.3 | 703 | 3132 | 1991 | 1141 |
| PJ5 - (D6 - 45) | 2.22 | 1253.3 | 662 | 3106 | 1979 | 1127 |

| Tratamiento 3 (45 minutos) | Pb (mg/l) | Cd (mg/l) | Pb (quitina) | Cd (quitina) |
|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| PJ1- (D2 - 45) | 0.989 | 0.6452 | 0.161 | 0.1498 |
| PJ2 - (D3 - 45) | 0.921 | 0.6521 | 0.229 | 0.1429 |
| PJ3 - (D4 - 45) | 0.843 | 0.5849 | 0.307 | 0.2101 |
| PJ4 - (D5 - 45) | 0.685 | 0.5246 | 0.465 | 0.2704 |
| PJ5 - (D6 - 45) | 0.612 | 0.4576 | 0.538 | 0.3374 |

Métodos: Potenciometría, Winkler, reflujo- dicromato de Potasio, EPA 3050.

Lima, 21 de Noviembre 2022


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Reducción de plomo y cadmio en aguas residuales textiles mediante biocompósito de quitina obtenido del caparazón de mejillones", cuyos autores son ARROYO BELLODAS JOHAN JERKO, HUAMAN HANCCO YULI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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.

LIMA, 29 de Noviembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|---|
| CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO DNI: 42922258 ORCID: 0000-0002-8683-5054 | Firmado electrónicamente por: CCASTANEDAOL el 19-12-2022 14:44:02 |

Código documento Trilce: TRI - 0461738