



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Quitina del exoesqueleto de camarón para el tratamiento de aguas
residuales industriales con arsénico, San Mateo Huarochirí

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL
GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTORES:

Bernales Bernaola Eduardo Jefferson (0000-0002-5718-7318)

Pérez Pérez, María Aydee (0000-0002-4100-5890)

Villacorta Davila, Alison Leslyt (0000-0002-9193-3871)

ASESOR

Dr. Lloclla Gonzales Herry (0000-0002-0821-7621)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a nuestros padres y nuestras familiares que estuvieron presente diariamente en el desarrollo brindando inspiración y darnos fuerza para culminar exitosamente este proyecto.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios, por guiarnos en nuestra etapa de desarrollo profesional, por bendecirnos día a día y fortalecernos constantemente en los momentos de debilidad y dificultad.

Así mismo, agradecer a nuestros padres por la confianza y ser nuestro motor al estar pendientes de nuestro desarrollo profesional, además, habernos brindado los mejores valores que inculcaron en casa.

Agradecemos también a nuestra alma mater, la Universidad César Vallejo, que nos brindó los conocimientos a lo largo de nuestra preparación profesional y ser parte de nuestra convivencia con los profesores, llenando de ética.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	v
Índice de gráficos	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y Operacionalización	11
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	11
3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos	12
3.5 Procedimiento	12
3.6 Método de análisis de datos	15
3.7 Aspecto ético	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	24
VII. RECOMENDACIONES	25
VIII. REFERENCIAS	26
IX. ANEXOS	33

Índice de tablas

Tabla 1. Fases del programa de diseño de residuos sólidos.....	14
Tabla 2. Aplicación del tratamiento	15
Tabla 3. Recolección de residuos de camarón en el terminal pesquero.....	17
Tabla 4. Adición de las tres dosis.....	18
Tabla 5. Capacidad de reducción de arsénico de acuerdo con la dosis	19
Tabla 6. Matriz de consistencia.....	34
Tabla 7. Operacionalización de variables.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de la propuesta del manejo de los residuos sólidos.....	22
Figura 2. Composición química de la celulosa y quitina	33
Figura 3. Mercado mayorista pesquero de Lima y Callao	33

Índice de gráficos

Gráfico 1. Recolección de residuos de camarón	18
Gráfico 2. Implementación de las tres dosis.....	19

Resumen

Se investigó la disminución de Arsénico presente en las aguas residuales industriales utilizando quitina, un polímero absorbente obtenida mediante los procesos de desmineralización y desproteínización del exoesqueleto de camarón que será recolectado en el mercado mayorista pesquero de Lima y Callao. El objetivo principal fue plantear un programa para el uso de residuos de exoesqueleto de camarón, por otro lado, se pretende reducir los niveles de arsénico en aguas residuales industriales, Huarochirí. Cabe destacar que la metodología fue descriptiva no práctica, y la población de estudio es 6L con una muestra de 2L de agua del río Rímac San Mateo Huarochirí, también, la técnica utilizada fue mediante revisión bibliográfica. Lo que se quiere llegar con la propuesta es contribuir al 100% para disminuir la acumulación de los residuos de camarón en el mercado mayorista pesquero de Lima y Callao; se comparó la eficiencia de quitina mediante revisiones bibliográficas de diferentes autores, donde aplicaron diversas dosis de quitina en el tratamiento de aguas residuales con arsénico, logrando una reducción desde 60 al 100% de ese metal, deduciendo que las dosis óptimas oscilan de 3,6 y 9 g en 100 ug/L de arsénico en agua residual.

Palabras clave: Quitina, exoesqueleto de camarón, absorción, Arsénico.

Abstract

The decrease in Arsenic present in industrial wastewater was investigated using chitin, an absorbent polymer obtained through the demineralization and deproteinization processes of the shrimp exoskeleton that will be collected in the wholesale fish market in Lima and Callao. The main objective was to propose a program for the use of shrimp exoskeleton residues, on the other hand, it aims to reduce the levels of arsenic in industrial wastewater, Huarochirí. It should be noted that the methodology was descriptive, not practical, and the study population is 6L with a 2L sample of water from the Rímac San Mateo Huarochirí river. Also, the technique used was through a bibliographic review. What the proposal wants to achieve is to contribute 100% to reduce the accumulation of shrimp waste in the wholesale fishing market of Lima and Callao; the efficiency of chitin was compared through bibliographic reviews by different authors, where they applied different doses of chitin in the treatment of wastewater with arsenic, achieving a reduction from 60 to 100% of that metal, deducing that the optimal doses range from 3.6 and 9 g in 100 ug / L of arsenic in waste water

Keywords: Chitin, shrimp exoskeleton, absorption, arsenic

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática del presente estudio se centró en la contaminación del agua, que tiende a generar efectos colaterales en la salud y medio ambiente. A nivel mundial, el empleo del agua en diversas actividades se ha incrementado en los últimos 100 años, Wada, Iem de Graaf y Lph Van Beek (2016); el acceso al agua potable es limitado para muchos sectores a nivel mundial y mucho menos con un sistema de saneamiento apropiado. Según el Informe mundial de las Naciones Unidas (2018), desde hace 25 años el incremento de la contaminación hídrica es progresivo, esto no ha hecho más que agravar la situación de los ríos en diversos continentes, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA (2016). Considerando que el 80% de las aguas contaminadas son liberadas sin ningún tratamiento preliminar, el cual se evidencia el deterioro en la calidad del agua trayendo consigo impactos negativos en la salud humana y al ecosistema Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas-WWAP (2017).

En el contexto internacional, actualmente la contaminación del agua por arsénico está afectando a más de 4 millones de personas, ya que consumen estas aguas con elevadas concentraciones de este metal, se recomienda $10 \mu\text{g L}^{-1}$ como límite de tolerancia. (Organización Mundial de la Salud, 2015). Asimismo, en Argentina la contaminación del recurso es un serio problema que repercute en la salud pública y posee relevancia mundial, ya que al ingerir estas aguas con concentración de arsénico tiene la probabilidad de contraer enfermedades como la hidro arsenicismo crónico regional endémico (HACRE), hipertensión y neuropatías, las cuales no hay un tratamiento curativo para este tipo de enfermedades por ser carcinógeno y neurotóxico (Londoño Franco, Londoño Muñoz y Muñoz García, 2016).

Se monitoreo el cuerpo de aguas superficiales en el distrito de San Mateo por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) por las inadecuadas prácticas mineras y la falta de fiscalización en la parte alta de la quebrada Mayo (Lázaro, 2016), El resultado obtenido de la concentración de arsénico fue 0.034 mg/L superando Estándares de Calidad Ambiental (Ecas) indicados en la normativa 0.01 mg/L .

Hace mención, que la presencia de Arsénico en el Perú es provocada de origen natural y antropogénico que ocasiona problemas a la salud por la ingesta de aguas contaminadas (Medina-Pizzali et al. 2018). Cabe destacar que las aguas que se encuentran en las aguas superficiales y en el subsuelo de los ríos se reportó por encima de los límites máximos permisibles establecidos por la OMS para agua potable, los resultados fueron superiores a 50 ug/L y la óptima concentración es de 10 ug/L, el impacto considerado es el abastecimiento de estas aguas a la ciudad de Lima para el consumo de la población rural.

Actualmente, a nivel global la principal actividad económica es la minería, en Perú hay muchas empresas explotan los recursos naturales de manera indiscriminada sin evaluar los impactos negativos que estos originan en el medio ambiente. según Basualdo y Yacila (2015) refieren “el arsénico en forma natural está presente en la corteza terrestre en varios minerales, pero debido a los procesos industriales estos metales contaminan las aguas superficiales de los ríos” (p.1). Uno de los casos representativos de esta problemática es el que pasa el distrito de San Mateo, donde la minería es una actividad productiva importante debido a que sus desechos mineros son depositados como canchas de relave en las comunidades de las zonas aledañas.

Es así que la investigación pretende resolver el siguiente **planteamiento del problema** ¿Cuál es la capacidad de adsorción de la quitina de residuos del exoesqueleto de camarón en las aguas residuales con arsénico en San Mateo de Huarochirí 2020?

El presente proyecto de investigación posee justificación en tres ámbitos relevantes: La **justificación teórica** del trabajo se basa en las propiedades proteicas de la quitina que obtenemos del camarón para ser aplicadas manera mitigante y, a su vez contrarrestar la presencia de arsénico en el agua, si bien es posible encontrar las mismas propiedades en el quitosano, este estudio muestra que las concentraciones de proteínas son mayores en la quitina por esto la influencia que tendrá en el tratamiento tendrá resultados relevantes.

Se justifica por su potencial aporte a nivel **práctico**, debido a que los métodos convencionales para tratar el agua con arsénico no son óptimos, por el empleo de altas cantidades de químicos para su tratamiento, la finalidad del método propuesto para su reducción muestra mayor eficacia gracias al polímero presente en el exoesqueleto del camarón.

La **justificación metodológica** el proyecto contribuye de manera teórica, porque queda como base para atribuir al campo de estudios futuros, por otro lado, el proyecto abarca nuevos campos de descontaminación, por esto, la propuesta de uso brinda una mejora en la calidad de este recurso que es fundamental para la población haciendo justificable este estudio.

Por lo tanto, se tiene como **objetivo general**: Proponer un plan de manejo en el uso de residuos de exoesqueleto de camarón para la reducción de los niveles de Arsénico en aguas residuales industriales, Huarochirí, y como objetivo específicos: Diseñar un programa para el manejo de residuos de exoesqueleto de camarón; Determinar la dosis óptima de la quitina para la reducción de arsénico en aguas residuales industriales; Comparar la eficiencia de la dosis de quitina extraída del exoesqueleto del camarón para el tratamiento de aguas residuales industriales

II. MARCO TEÓRICO

Nos basamos en la investigación de trabajos previos para la solvencia del proyecto, a continuación, presentamos los siguientes antecedentes internacionales:

El siguiente artículo científico describe la extracción de la quitina para el aprovechamiento del exoesqueleto del camarón por Cisneros Pérez et al. (2019), esta alternativa de extracción fue planteada para reducir los impactos negativos que ocasiona la extracción convencional, es por esto que el método alternativo para este problema es generar una extracción de manera enzimática, el tratamiento inicia con la limpieza, secado y triturado del exoesqueleto del

camarón obteniendo una muestra de 300 μm , fue desmineralizado con ácido acético glacial al 15% por 3 horas de agitación a temperatura ambiente hasta un 95,67% .

Para esta investigación se le adiciono la α -quimotripsina para efectuar un tratamiento relacionando la enzima y el sustrato variando la cantidad de enzima para contrastar la obtención del porcentaje de la hidrólisis de proteínas, se halló una relación en los resultados 0,5:100 de enzima/ sustrato consiguió 65,43 % de desproteización y la relación 0,7:100 consiguió 67,13%, concluyeron que los resultados obtenidos enzima/sustrato no presentó diferencia significativa, por lo cual se recomendó usar el tratamiento con intervalos más amplios de enzima sustrato.

Según el artículo publicado por Colina et al. (2017), los autores plantean una nueva manera de extracción de quitina haciendo uso de ácido láctico, el objetivo principal fue la obtención de ácido láctico mediante el aprovechamiento de efluentes de una industria lechera, con la finalidad de ser empleado en la extracción de quitina, utilizaron una mezcla de suero de leche y azúcar para hacer un proceso de fermentación láctica que duró 3 semanas a Temperatura ambiente, resultados mostraron efectividad en la disminución de pH de 4,6 a 3,98 luego de añadir azúcar al proceso de fermentación, sin embargo, este proceso este proceso de extracción planteado no muestra efectividad en cuanto al tiempo, concluyeron que la fuente de carbono es indispensable para el tratamiento láctico pero su eficiencia para extraer quitina no es la más óptima.

En el artículo desarrollado sobre remoción de cromo hexavalente con quitosano y quitina, para disminuir la concentración de Cr en aguas residuales por Pájaro y Díaz (2012), para ello utilizaron reactivos como: 1,5-difenilcarbazida, dicromato de potasio, ácido sulfúrico , donde utilizaron patrones para espectros IR (Quitina y quitosano), el desecho de exoesqueleto de camarón, sirvió para extraer quitosano, donde este fue empleado en la remoción de cromo hexavalente, concluyeron que el quitosano funcionó como un adsorbente de dicho metal presente en aguas residuales, obteniendo una

efectividad del 99.98% en aguas residuales logrando una concentración final de 0.18mg/L .

Teniendo en cuenta la publicación de la revista científica sobre la utilización biomasa de quitina para remover arsénico empleado en un sistema magnético nanoestructurado de Martínez Peña et al. (2020). El objetivo de la investigación puntualiza la obtención de quitina a partir del aprovechamiento de *Aspergillus niger*, incubaron el hongo durante 24h para incrementar el tamaño de las cepas, recolectaron 50 mL de muestra de agua del pozo contaminado con arsénico y añadieron ferrita de níquel y quitina llevando una agitación de 6h para la adhesión de los metales pesados, los resultados mostraron que el material magnético junto a la biomasa de quitina fúngica empleadas como tratamiento de metales es efectiva, logrando una remoción completa del contaminante.

Según el siguiente artículo científico describe la extracción de quitina de dos artrópodos para la comparación de calidad a través de técnicas de caracterización por Barros, Guzmán y Tarón (2015), Su objetivo principal fue la comparación de las técnicas de absorción por radiación IR y titulación potenciométrica a partir de quitina obtenida de los caparzones de dos crustáceos similares (Jaiba y del camarón), la extracción de quitina fue realizada a través de métodos convencionales de desmineralización y desproteinización, los resultados de la espectroscopia FTR de ambas muestras oscilan de manera similar entre 74,97% y 75,078%, y a su vez presentaron una ligera igualdad entre sus bandas infrarroja, la valoración potenciométrica fue de 24,15% y 24,76%.

Por lo tanto, se concluye que la quitina obtenida de ambos artrópodos presenta características similares, recomendando el uso de ambas.

El proyecto publicado plantea utilizar el método de extracción convencional para el aprovechamiento de la quitina en la bioadsorción del plomo de Quevedo cuenca (2017), el objetivo principal fue reducir la concentración del plomo mediante la adsorción del exoesqueleto del camarón, limpiaron los residuos de camarón, fueron secados, pulverizados y tamizados para lograr partículas no mayores a 3 mm, se añadieron HNO y HCL respectivamente para crear la mezcla

adsorbente, sus resultados obtenidos muestran que la capacidad de remoción fue de un 74,38% durante 1 hora y 30 minutos para la muestra que presentaba un pH de 3.0, así pues, el uso del exoesqueleto presenta una alternativa económica y efectiva la mitigar la problemática de la contaminación de agua con plomo.

Según el artículo científico propone un sistema de descontaminación de arsénico de las aguas subterráneas mediante cáscara de camarones por Rahman et al. (2012), su objetivo principal fue eliminación de arsénico con el método de adsorción utilizando tres tamaños de partículas finas caparazón de camarón, primero extrajeron la celulosa del camarón, después lo lavaron, secaron, trituraron y tamizaron para la obtención de las tres muestras de partículas finas del camarón de intervalos (425-600) μm , (425-355) μm y no mayor de 355 μm , añadieron las tres dosis diferentes a la solución de 100 ml con velocidad constante y con un reposo de 20 minutos, los resultados mostraron que se eliminó un 91% de arsénico con el tamaño de partícula <355 μm , menciona que a menor partícula habrá mayor adsorción eficiente, concluyeron que esta técnica puede eliminar nuevos metales presentes en las aguas subterráneas y otros componentes inorgánicos que perjudican a la salud la sociedad.

Teniendo en cuenta a Da Sacco y Masotti (2010) busco un nuevo propósito al uso de la quitina en el campo de la medicina sugiriendo emplearla para tratar el trióxido de arsénico que se utiliza en las terapias de tumores, la finalidad del proyecto fue evaluar teóricamente si las propiedades de la quitina son óptimas para la eliminación del arsénico residual presente en los tratamiento para tumores, los autores realizaron una mezcla de quitina y poliaspartato para la obtención de un mejor polímero la cual demostró un mejor comportamiento de eliminación de arsénico a un 22% para una terapia de tumores, finaliza que la biomedicina ayuda a resolver no solo problemas ambiental, también tuvo un enfoque de rehabilitar la salud de generaciones futuras y para diseñar nuevas estrategias de prevención y enfoques terapéuticos innovadores.

Según el artículo de Velasco et al. (2019) , sobre producción de quitosano y quitina mediante residuos de camarón, su objetivo principal se basa en la

generación de quitosano para la aplicación de subproductos en la industria, emplearon un método experimental, en un inicio extrajeron los desechos de camarón de una empresa procesadora de productos de pesca, de modo que emplearon una cantidad de muestra de 10 L y una solución de 4 ml de Nicon PQ, así mismo, pasaron por el procedimiento de centrifugado, secado a una temperatura mayor a 60°C, luego, lo trituraron y tamizaron en un tiempo de 40 min, por lo que obtuvieron la quitina-quitosano en tres tamaños con unos de intervalos <250, 250, 300 y 425 mm.

Los resultados fue que obtuvieron un producto final aceptable con relación a los determinados parámetros de calidad, muy similar al quitosano comercial Sigma- Aldrich $\geq 75\%$ GD. Logrando aprovechar los residuos sólidos de industria

En la tesis sobre el tratamiento de efluentes industriales a través de exoesqueleto de *litopenaeus vannamei*, mejor conocido como langostino blanco (García, 2017), plantearon en obtener quitosano de exoesqueleto de langostino blanco y así poder tratar los efluentes industriales. El tipo de investigación es experimental, consistió en el proceso de desmineralización, desproteinización y desacetilación del exoesqueleto de langostino blanco; obteniendo el quitosano, aplicaron el proceso de test de jarra para determinar así las diferentes concentraciones óptimas de quitosano para el tratamiento de dichos efluentes. Concluyeron que el rendimiento máximo de quitosano se obtuvo a temperatura de 75 °C con una relación de 1:05 quitina/NaOH, también se detalló que la máxima remoción de color del agua residual se obtuvo con un PH 7 para un volumen de quitosano de 60 ml 1g de quitosano/100 ml solución.

En la investigación realizada por Pérez (2018), quien planteó la remoción de cloruros en aguas contaminadas con presencia de petróleo mediante la utilización de biopolímero de quitosano, en la región de Ucayali, Perú, Su objetivo propuesto fue la determinación del efecto que causa el biopolímero en la remoción de aguas con cloruros originado por la producción petrolera, En el trabajo de investigación experimentaron utilizando camarón como materia prima, el proceso inició con la realización del descarnado, luego la molienda, seguido emplearon el proceso físico químico de los exoesqueletos de camarón,

desprotección desmineralización y desacetilación, como producto final obtuvieron el quitosano. Después de ello para que puedan determinar la dosis exacta de quitina y quitosano aplicaron la prueba de jarras.

Los estudios realizados por Basualdo y Yacila (2015) en las aguas del río Rímac sobre residuos de Cadmio y Arsénico, y habas cultivadas en San Mateo de Huanchor, su objetivo general fue la determinación de residuos de Cadmio y Arsénico en dichas aguas ya que cultivos de habas en esta zona son irrigadas por el río Rímac, así mismo, evidenciaron presencia de Arsénico en las aguas superficiales del río Rímac, además, realizaron la toma de muestra en 3 puntos de monitoreo en las orillas del río en medio del cauce, evitando contaminación de las muestras, sus resultados que mostraron fue promedio de 18.35 ppb en concentración de Arsénico de 16.34 ppb a 21.34 ppb cifras extremas. sobrepasando el ECA del agua., Afectando a los comuneros que desarrollan sus actividades productivas e irrigando sus sembríos con dicho río contaminado y sumando a ello los relaves mineros que están adyacentes a la zona, cerca de la comunidad de San Mateo.

Para elaborar el siguiente proyecto de investigación se debe tomar en cuenta las siguientes teorías; El agua (H₂O) es uno de los recursos naturales fundamentales dentro de nuestras vidas el desarrollo y el medio ambiente la calidad del recurso hídrico tiene el mecanismo de valorización de los recursos de la naturaleza física, química y biológica del agua en conexión a su calidad natural y consecuencias que se podría dar al uso deliberado y las causas a la salud humana y los ecosistemas marinos (Hendriks y Boelens, 2016). El agua se caracteriza por ser incoloro e inodoro, posee un pH neutro, no contiene contaminantes tóxicos, es conductivo para la electricidad, tiene cloruros y no presenta metales pesados (Raffino, 2020).

El arsénico su símbolo es As, es un elemento natural que se localiza en la corteza terrestre en suelo, agua y aire según la Organización Mundial de la Salud (2018). Se encuentra ampliamente en todo el medio ambiente, es liberado por la actividad minera en la extracción de oro, plomo, etc. Nueve de sus principales componentes se encuentran en estado de oxidación pentavalente y trivalente de

manera orgánica e inorgánica. Medina et al (2018). Los compuestos inorgánicos que contienen arsénico tal como ácido monometil arsénico y ácido dimetilarsínico se encuentran en las aguas naturales producto del uso de pesticidas organoarsenicales presente en pescado y mariscos; el arsénico inorgánico, es resultado de la disolución a partir de la fase sólida, arsenolita, hidruro arsénico, y realgar (Chumbes, 2018).

Las principales características del arsénico en su forma sólida tenemos: El arsénico gris es el más común, es de color metálico brillante y tiene la capacidad de conducir electricidad. Luego está el arsénico amarillo, es metaestable, conduce energía de manera deficiente y no tiene brillo metálico. Finalmente, el arsénico negro, es muy vidrioso, es un conductor de electricidad deficiente, (Quintana, 2019, p.21).

Resaltando las propiedades del Arsénico tenemos: Pertenece al grupo de los metaloides o semimetales en la tabla periódica, es sólido en su forma natural, un semiconductor de electricidad, Su número atómico es el 33 y su punto de ebullición es de 817 grados centígrados (Estrada, 2016).

Los efectos del arsénico en la salud humana son muy tóxicos, mediante la contaminación natural y antrópica es liberado al medio ambiente, originando enfermedades como: hipertensión, cáncer, enfermedad metabólica, trastornos cardiovasculares y neuropatía periférica siendo efectos nocivos para los seres vivos (Romero et al. 2019).

La quema de carbón mineral, procesos en las industrias de fundición de metales, la extracción de minerales e industrias de semiconductores, se produce la liberación de arsénico y ocasiona contaminación ambiental. La contaminación del agua por arsénico causa mayor impacto ya que se adhiere con facilidad favoreciendo la difusión y distribución en la flora y fauna. (Grados, 2018, p.6).

Actualmente las industrias pesqueras generan mayor cantidad de residuos del exoesqueleto de langostas y camarones, generando problemas ambientales por la acumulación masiva de los desechos que está entre los 6 y 8 millones de toneladas según Ayala (2012), se propone un reaprovechamiento de estos

residuos como elementos básicos para la adquisición de cosméticos, artículos de higiene, farmacéuticos, productos químicos y depuración de aguas contaminadas. sin embargo, para la utilización del crustáceo es necesario que pase por un proceso de obtención de biopolímero que se encuentra en el exoesqueleto del camarón para obtener el compuesto quitina y quitosano, esto representando un importante ingreso económico en el mercado y reducir el impacto negativo generado por estos residuos (Suárez, 2019).

En el Perú encontramos variedad de crustáceos que se encuentran en fondos marinos. En particular, se evaluará el camarón de nombre científico *Caridea*, ya que este posee un exoesqueleto duro y está articulado de proteínas, sales minerales, especialmente quitina y quitosano (Colina et al. 2014). El camarón se caracteriza por tener un tamaño que varía entre los 2 y 35 milímetros de longitud, su cuerpo está comprimido por la cola, cabeza, el borde de sus mandíbulas fibrosas, pequeñas patas y caparazón duro (Ávila, 2013). por otra parte, los *caridea* habitan en ríos y en fondos marinos, en agua dulce y salada dentro de cuevas que soportan una temperatura que oscilan entre -2.03 y 29.16 °C, la alimentación de esta especie es de restos de animales que se encuentran en el mar y, restos de vegetales. (Martínez y Dupré, 2010)

La quitina es considerada el biopolímero más importante por su naturaleza porque es biodegradable, pero también la mayor contaminación de la superficie marina (Fernández, 2013). La quitina es una sustancia insoluble en agua, medio ácido diluido, y solventes orgánicos, esto es ocasionado por su alto grado de cristalización y su puente de hidrógeno en su estructura del camarón (Hernández et al. 2009).

La estructura de la quitina es muy semejante a la celulosa, ya que sus moléculas forman una larga cadena unidas de N-acetil-2-amino-2-desoxi-D glucos, unidas por enlaces glicosídicos β (1→4) teniendo un peso molecular muy alto (Pacheco, 2010). En cambio, la celulosa presenta una estructura N - acetamida (-NH-CO-CH₃) que el grupo (OH) ha sustituido al grupo acetamida. (Berghoff, 2011) (Ver figura 2)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

A. Tipo de investigación

El estudio se basa en un método no práctico, que pretende cumplir con los objetivos planteados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2003) es la que acopia información en un tiempo determinado. El propósito se da en explicar las variables y examinar su incidencia e intercalación en los momentos que se da. Cual se recolecta datos en un solo momento, en un tiempo determinado

B. Diseño de investigación

Se basa en una estructura descriptiva no practica; Hernández, Fernández y Baptista (2003) proponen que se realice de manera que no se emplee analizar las variables. Se comprende que la investigación no experimental es la que opera con todo fenómeno que se dé tales como se esté asignando en un ámbito natural y luego se llega analizarlo.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Quitina obtenida del exoesqueleto de camarón

Variable Dependiente: Tratamiento de aguas residuales industriales con arsénico

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

En el actual trabajo de investigación se estudió la población que se lograra desarrollar usando 6 litros de agua del río Rímac en el distrito de San Mateo - Huarochirí.

Muestra

Nos basaremos en analizar una muestra representativa de 2 litros de agua del río Rímac en el distrito de San Mateo - Huarochirí.

Muestreo

Será recolectada en contracorriente en una distancia de 1m, de profundidad con 25 cm y se tomarán 2 litros de agua en 3 puntos de monitoreo.

Unidad de análisis

Se analizará las aguas residuales que contienen contaminantes de arsénico.

3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

La recolección de datos empleó una técnica basada en la revisión bibliográfica y fichas de observación de tesis, artículos científicos y trabajos relacionados al proyecto.

3.5 Procedimiento

La presente investigación se desarrolló en el Mercado Mayorista Pesquero de Lima y Callao (ver figura 3), contando con un área de 10 000m² y la comercialización de pescado en línea blanca, mariscos y filetería, la mayor problemática del mercado es la generación de residuos sólidos orgánicos que se producen diariamente.

Primera fase

Contará con la recopilación de información y el empadronamiento de 5 puestos del rubro de mariscos, durante una semana. Esta fase consiste en efectuar las entrevistas con los propietarios de los puestos y llegar a un acuerdo de la recolección de los residuos orgánicos.

Segunda fase

Así mismo, en la segunda fase se realizará las visitas diarias, que consta de la recolección y acumulación de los residuos de mariscos de los puestos empadronados, además se efectuará la entrega de bolsas rotuladas, con la finalidad de identificar las cantidades obtenidas de las recolecciones diarias y semanales, para luego ser clasificarlas por fechas y puestos en el horario de las 11:00 am, que es la hora del término de la comercialización, al mismo tiempo, se efectuará el acopio de estos mismos en el local habilitado y consecutivamente se ejecutará la separación de los residuos en siete contenedores, es decir, uno por cada día de la semana.

Tercera Fase

Posteriormente, en la tercera fase se procederá a pesar los siete contenedores diferentes con las fechas recolectadas, utilizando una balanza digital y se anotará en una tabla de registro de recolección diaria, y así obtener un valor representativo.

Cuarta fase

Finalmente, en la última fase procederá la obtención de quitina a partir de exoesqueleto del camarón; para esto se juntara los desechos limpios de materia orgánica, seguido de esto se lavará con abundante agua para remover algunas sales marinas presentes, y teniendo el exoesqueleto limpio, se trasladara a la estufa a 60-70 °C durante 24 h, luego, se pasará el exoesqueleto seco a una licuadora para obtener el tamaño de las partículas mucho más pequeñas y posteriormente pasarlo a un tamiz menores de 250µm.

Seguido de esto, se realizará la desmineralización de los exoesqueletos, que serán tratadas con ácido clorhídrico en condiciones 0,6 N en una relación 1:1 sólido-líquido, para ser llevado a un agitador magnético durante 3 horas en constante movimiento a una temperatura de 30°C, terminando ese proceso se realizará el lavado de la muestra con un colador y agua destilada hasta obtener un pH neutralizado de 7.5; luego, se aplicará una solución de hidróxido de sodio de 3.5% para desproteínizar la muestra a una temperatura de 95°C durante 3h, para

asegurar la desproteínización se tiene que mantener un constante movimiento utilizando el agitador magnético. Para terminar, se vuelve a lavar la muestra con abundante agua destilada y se pasa por un colador la muestra. con el propósito de obtención de quitina.

Tabla 1. *Fases del programa de diseño de residuos sólidos*

FASES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Empadronar los puestos				
Establecer un periodo de recolección				
Centro de acopio de los residuos				
Caracterización de los residuos de camarón				
Procedimiento de obtención de quitina				

Fuente: Descripción de las fases del programa propuesto

En la quinta fase se realizará la toma de muestra del agua residuales industriales de San Mateo - Huarochirí. Antes de recolectar la muestra se procederá al lavado del envase, se enjuagaron tres veces con el agua del lugar, para poder eliminar posibles sustancias existentes que pueden alterar los resultados. La muestra se tomará en contracorriente a la distancia de 1m, a una profundidad de 25cm, se recolecta 2 litros de agua en tres puntos de monitoreo, para obtener 6 litros de la muestra y haciendo el uso de guantes quirúrgicos, así evitar algún tipo de contaminación. Para finalizar el monitoreo, las muestras se almacenarán coolers y manteniéndose a 4°C hasta poder ser llevado al laboratorio.

Las muestras serán analizadas en el laboratorio acreditado para obtener la concentración inicial de arsénico presente en el agua residual, se usará el equipo de medición por espectrometría de absorción atómica. así mismo, se analizará los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua mediante el método

potenciómetro de la siguiente manera; se colocará en un vaso precipitado 600 ml de la muestra y se procederá a usar el equipo potenciómetro introduciendo las dos varillas durante dos minutos, para obtener los resultados pH, Temperatura (°C) y Oxígeno Disuelto, y registrarlo en la hoja de datos.

Se usará la prueba de jarra para establecer la dosis óptima de quitina, y facilitar la agitación adecuada de la muestra con la quitina. Para iniciar el procedimiento se colocara en tres jarras 1 litro del agua residual industrial por debajo de la paletas de agitación, luego en la primera jarra se añade la dosis de quitina de 15 g , en la segunda jarra se va añadir 25 g de quitina y la tercera jarra se va añadir 35 g de quitina, asimismo, se programa el equipo con una velocidad rápida de 300 rpm durante media hora, para finalizar esta técnica se va repetir tres veces, por las tres muestras que se obtuvo del monitoreo.

Tabla 2. *Aplicación del tratamiento*

DOSIS	PUNTOS DE MONITOREO		
	Muestra uno	Muestra dos	Muestra tres
Dosis 1	15 g	15 g	15 g
Dosis 2	25 g	25 g	25 g
Dosis 3	35 g	35 g	35 g

Fuente: Determinación de los puntos de monitoreo y la adición de dosis

Teniendo las nueve muestras con quitina y rotuladas, se procederá a llevar al laboratorio para la verificación la dosis óptima.

3.6 Método de análisis de datos

A. Recolección de Datos

La recolección de información es realizada mediante fichas de observación y entrevistas de los propietarios en los puestos de pescado y mariscos donde se obtendrá la información sobre la eliminación diaria de los residuos orgánicos. En

las visitas diarias facilitarán bolsas rotuladas por fechas para el recojo de residuos de camarón. se separa en 7 contenedores y así obteniéndose la cantidad necesaria para el proceso físico químico en la obtención de quitina.

En la obtención de muestra de aguas residuales industriales en San Mateo de Huarocharí, tomaron tres puntos con distancias de 1m, a contracorriente y con profundidad de 25cm, obteniendo 6L de muestra de agua. Las muestras son rotuladas y guardadas en coolers para posterior análisis en el laboratorio, según el análisis se registra en la hoja de datos (pH, Temperatura (°C) y Oxígeno Disuelto).

B. Proceso de análisis de datos.

Mediante Microsoft Excel se realizará los cuadros y tablas de los datos obtenidos.

3.7 Aspecto ético

En el presente trabajo de investigación está basado en los principios éticos, según el Comité de Publicación ética (COPE) indica el respeto de todas las políticas de propiedad intelectual, se basa en las licencias y derechos de autor, la cual deben estar descritas de manera clara; respaldando a los autores que son víctimas de plagio y cuyos derechos de autor hayan sido vulnerados. Se presentan datos verídicos que se puede comprobar. Se citó correctamente a los autores según la Norma ISO, para evitar problemas de autenticidad y derechos de autor respetando la propiedad intelectual.

Con relación a la supervisión ética, el Comité de Publicación ética (COPE) refiere que estas deben incluir políticas de consentimiento para el manejo de datos que sean confidenciales, publicación en poblaciones que son vulnerables, conducta ética en la investigación con animales e investigación con seres humanos.

IV. RESULTADOS

El programa propuesto para el manejo de los residuos de exoesqueleto de camarón generará la disminución de los residuos sólidos del terminal pesquero del callao, gracias a su aprovechamiento se podrá generar la reducción de los de Arsénico en las aguas contaminadas por las industrias.

El programa fue diseñado para reducir la acumulación de residuos de exoesqueleto de camarón en el terminal pesquero del callao, mediante la elaboración de quitina.

Tabla 3. *Recolección de residuos de camarón en el terminal pesquero*

Días recolectados	PUESTO 1	PUESTO 2	PUESTO 3	PUESTO 4	PUESTO 5
	Peso Kg.	Peso Kg.	Peso Kg.	Peso Kg.	Peso Kg.
Lunes	2.5	3	3	2.5	2.5
Martes	3.2	3	3	3.5	3
Miércoles	2.8	2.5	2.7	2.2	2.6
Jueves	3.3	3.8	3.8	3.5	3.7
Viernes	4	3.9	3.6	4.3	4.8
Sábado	5	5.5	5.1	5.6	5.2
Domingo	7.4	7.2	7.5	7.8	7.3

Fuente: Datos obtenidos según García (2017) y Pájaro y Díaz (2012)

En el gráfico 1, se observa una estimación de la recolección diaria de los residuos de camarón de los cinco puestos seleccionados del terminal pesquero del callao,

de igual manera presentar una cantidad promedio de la recolección de una semana y efectuar pesado.

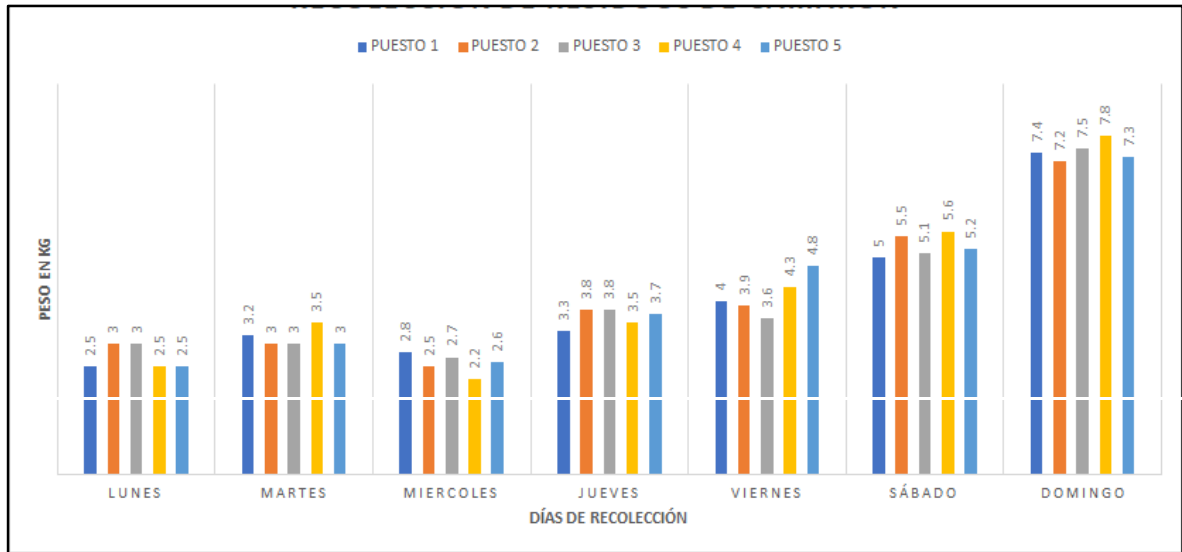


Gráfico 1. Recolección de residuos de camarón

Se propuso emplear tres dosis de quitina para hallar la más óptima dentro de estas tres en cuanto la reducción de arsénico en las aguas industriales.

Tabla 4. Adición de las tres dosis

	M 1	M 2	M 3
Dosis	g	g	g
D 1	15	15	15
D 2	25	25	25
D 3	35	35	35

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2 mostrado establece tres dosis de quitina que serán utilizadas en tres muestras de aguas residuales con arsénico, donde compara la cantidad de

arsénico que se redujo, a través de ello se determinará la dosis óptima para dicho tratamiento.

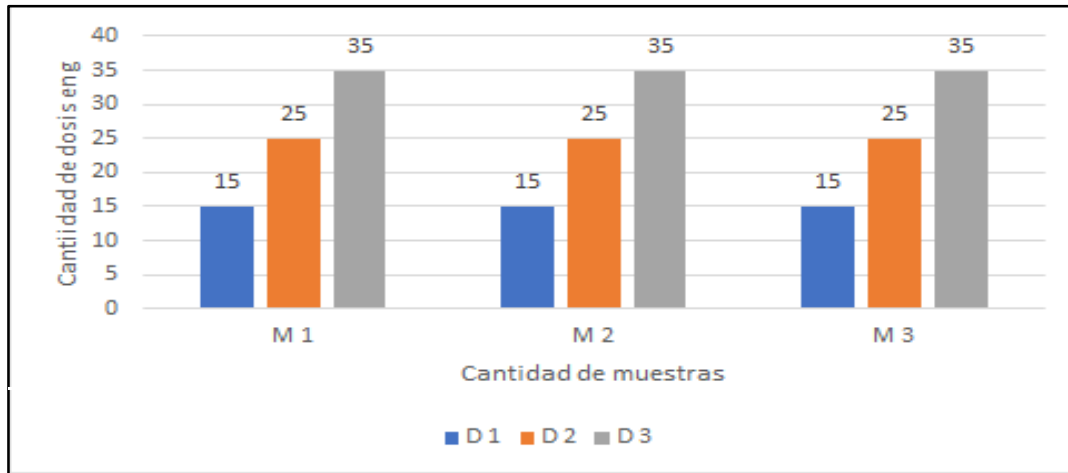


Gráfico 2. Implementación de las tres dosis

Por lo consiguiente se comparará la dosis óptima de la quitina, tomando los resultados de artículos científicos de Rahman et al. 2012, Da sacco y Masotti. 2010 y Martínez et al. 2020.

Tabla 5. Capacidad de reducción de arsénico de acuerdo con la dosis

Autores	Dosis (g)	Concentración inicial de As $\mu\text{g/L}$	Concentración final de As $\mu\text{g/L}$	Reducción (%)	Capacidad de adsorción %
Rahman et al. 2012	3,0g	120.28 $\mu\text{g/L}$	15.00 $\mu\text{g/L}$	87.50 %	81%
Da sacco y Masotti. 2010	0.13g	100 $\mu\text{g/L}$	20 $\mu\text{g/L}$	63 %	60%
Martínez et al. 2020	0.2g	100 $\mu\text{g/L}$	0.0 $\mu\text{g/L}$	100%	100%

Fuente: Recolección de datos de Rahman et al. (2012), Da sacco y Masotti (2010) y Martínez et al. 2020.

En la tabla 5 se puede observar el rendimiento de tres trabajos previos utilizando cantidades diferentes de quitina para una efectiva remoción de arsénico.

PROPUESTA PARA UN PROGRAMA DE MANEJO PARA EL USO DE RESIDUOS DE EXOESQUELETO DE CAMARÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE ARSÉNICO EN LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES, HUAROCHIRI

1. Información general

Autor (es) : Bernales Bernaola Eduardo Jefferson

Pérez Pérez, María Aydee

Villacorta Dávila, Alison Leslyt

Escuela Profesional : Ingeniería

Facultad : Ingeniería Ambiental

2. Presentación

El proyecto propuesto está basado en la recolección de los residuos de exoesqueleto de camarón que son generados por el terminal pesquero del callao, generando una acumulación negativa al medio ambiente sin ser reaprovechadas, por esto la propuesta inicia con la obtención de los residuos de camarón, seguido de la caracterización del exoesqueleto de camarón para la obtención de quitina, posteriormente se emplea el tratamiento por el método de jarra para reducción de las concentraciones de arsénico en el agua provenientes de las industrias.

3. Objetivo de la propuesta

Evaluar la eficiencia de la dosis optima de quitina obtenida del exoesqueleto de camarón para disminuir las concentraciones de arsénico en aguas residuales provenientes de las industrias.

4. Justificación

El programa busca mitigar los impactos negativos ocasionados por la acumulación de los residuos orgánicos de exoesqueleto de camarón producidos por las industrias pesqueras y plazas de mercado, además es posible atribuir nuevos proyectos que estén enfocados en la descontaminación de elementos peligrosos que provocan la degradación al medio ambiente, inclusive la quitina que es obtenida del crustáceo abarca significativamente a las industrias de cosméticos, fármacos y pruebas científicas por sus propiedades proteicas que tiene el exoesqueleto de camarón que influye mucho en la actualidad.

La magnitud de los residuos de camarón provoca un problema social, implica aspectos desagradables la acumulación excesiva de estos residuos, así mismo, se pretende que la misma población realice el aprovechamiento de estos residuos con apoyo de los municipios que puedan implementar un programa integral y así generar actividades de reciclaje, almacenamiento y tratamiento para la obtención de quitina, se pretende donar esa materia prima a las investigaciones futuras y a la vez disminuir la acumulación excesiva de residuos de camarón en los mercados y en las industrias pesqueras.

5. Flujograma de propuesta

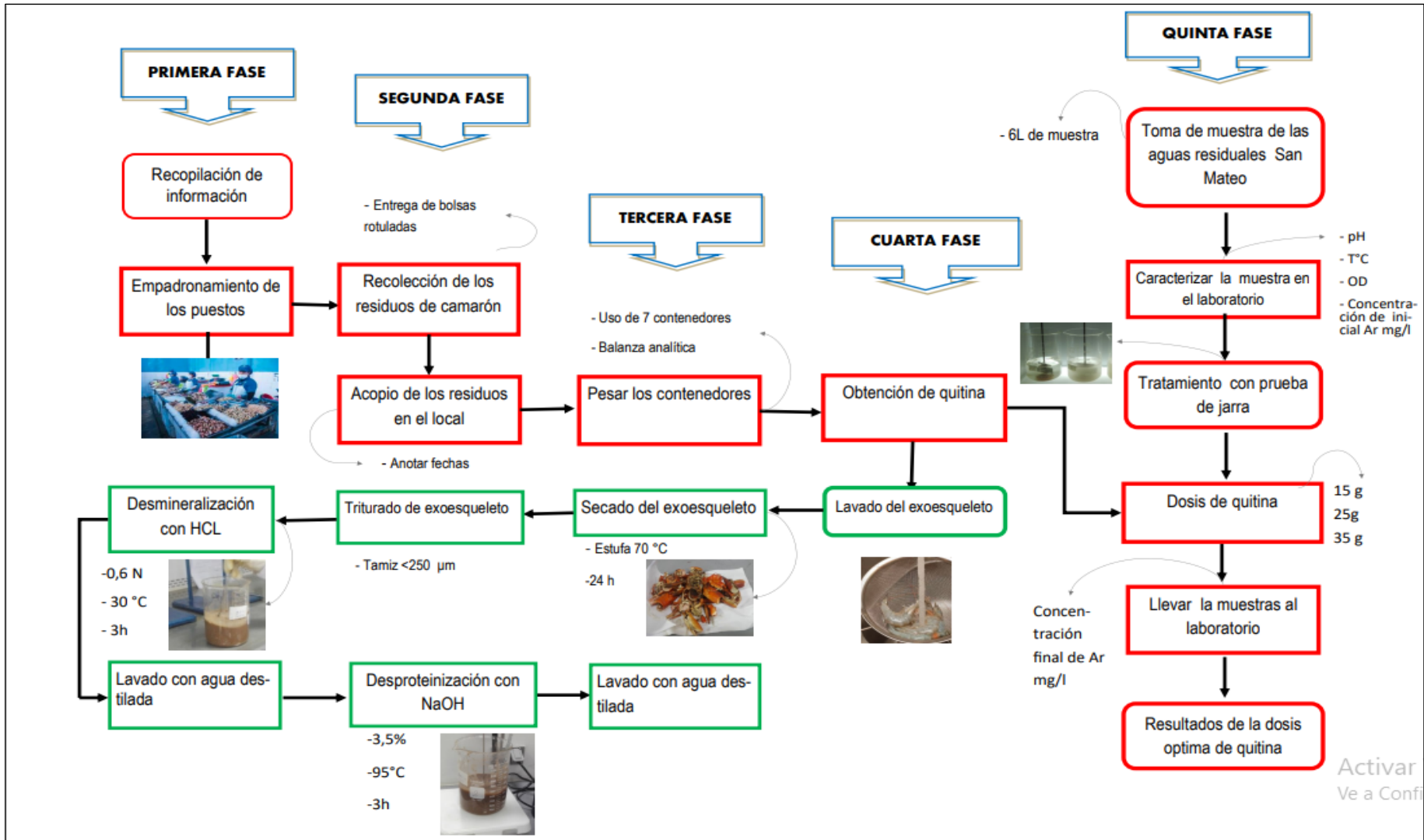


Figura 1. Flujograma de la propuesta del manejo de los residuos solidos

Activar
Ve a Conf

V. DISCUSIÓN

Para este trabajo de investigación buscó obtener la dosis óptima mediante el contraste con las investigaciones previas, Rahman et al., (2012) obtuvo una reducción de arsénico equivalente al 87.5% utilizando 3 g de quitina, mientras que el Da sacco y Masotti., (2010) empleo 0,13 g de quitina y logró reducir un 63%, así mismo Martínez et al., (2020) fue quien pudo reducir totalmente la concentración de de arsénico presente en el agua aplicando 0.2g de quitina, es por esto que en la propuesta se aplicarán tres dosis similares a la de los autores ya mencionados.

La propuesta para la obtención de quitina que se planea desarrollar, es mediante el método convencional al igual que Barros, Guzmán y Tarón (2015) que busco extraer quitina de dos artrópodos, para esto se acondicionó el exoesqueleto de camarón mediante el lavado, secado, triturado y tamizado, para luego desarrollar el método químico que consta de la desmineralización y desproteización, de la misma manera Quevedo Cuenca, (2017) utilizó las mismas etapas y el mismo método para extraer quitina, este método se va emplear en la propuesta gracias a su eficiencia y rapidez para la obtención de quitina.

El trabajo de investigación posee semejanza con García, (2017) quien buscó aplicar la quitina por medio del método de jarras para reducir la elevada concentración de arsénico en el agua, de igual manera Pérez, (2018) aplicó el tratamiento de jarra para tratar el agua contaminada con metales pesados y Cloruros, por esta misma razón la propuesta incluye este método para la remoción eficiente de arsénico.

El proyecto se basa en aplicar el aprovechamiento de los residuos de camarón, y debido a esto es similar al trabajo de Velasco et al. (2019) quien empleó los residuos de camarón para obtener un subproducto que pueda tratar las concentraciones de arsénico presentes en el agua, todo esto con la finalidad de innovar y crear nuevos usos para reducir las grandes cantidades de este residuo.

VI. CONCLUSIONES

Mediante la propuesta para el manejo de recolección de residuos de exoesqueleto de camarón se contribuirá al 100% de disminución de la acumulación de dichos residuos en el Mercado Mayorista Pesquero de Lima y callao, dado que estos residuos se emplean para obtener quitina, porque es un polímero potente para tratar aguas residuales actuando como adsorbente de arsénico presente en dichas aguas.

Se determinó con revisión bibliográfica que las dosis óptimas de quitina oscilarán entre 15, 25 y 35 g, que se emplearan en el tratamiento de las aguas residuales en las industrias que tengan una concentración mayor a 100 ug/L de arsénico presente en el agua.

se comparó la eficiencia de quitina mediante revisiones bibliográficas de diferentes autores, donde aplicaron diversas dosis de quitina en el tratamiento de aguas residuales con arsénico, logrando una reducción entre 60 y 100% de ese metal, por ende, este proyecto emplea el método de jarras para poder deducir cuál de las tres dosis de quitina es la más eficiente, haciendo uso de sus propiedades de adsorción para reducir la presencia de arsénico de las aguas de río San Mateo, Huarochirí.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda en investigaciones futuras trabajar con concentraciones diferentes de quitina para determinar cuál será la mejor concentración de dosis del uso de esta.

Es recomendable desarrollar la propuesta planteada en este trabajo debido a que se podrá reducir el arsénico y se tratará el agua con los metales pesados que se encuentren.

Se recomienda probar nuevas dosis de quinina para tratar aguas contaminadas con arsénico, de esta manera se podrá evaluar la cantidad de remoción en el porcentaje de metales pesados.

Se recomienda efectuar un proyecto de gestión que reduzca los desechos orgánicos e inorgánicos, no solo en el mercado del callao, sino también, en los mercados en la zona de lima sur, principalmente, en el terminal pesquero del distrito de Villa Maria del Triunfo y también en el terminal pesquero de chorrillo porque es viable en estos establecimientos para la disminución de las cantidades de desechos también mantiene el uso conveniente de residuos sólidos y también para mitigar los impactos ambientales

VIII. REFERENCIAS

AYALA Mendívil, Neydeli. Producción de lactato de calcio durante la desmineralización de jaiba y sus efectos sobre la quitina aislada. Tesis de maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. 2012.
Disponible en <https://url2.cl/ZQ5qU>

ADRIANO, DC. Arsénico. En: Elementos traza en entornos terrestres. Springer, Nueva York, 2001.
Disponible en <https://url2.cl/h33QP>
ISBN: 978-0-387-21510-5

ÁVILA, Ariadna. Estructura poblacional del camarón carideo sandyella tricornuta en el coral negro antipathes galapagensis, golfo de california, México. Tesis de pregrado. México: Universidad Autónoma de Baja California Sur, 2013.
Disponible en <https://url2.cl/5WGgX>

BASUALDO Larrazábal, Goannie y YACILA Frías, Juan. Determinación de Arsénico y Cadmio en las aguas del Río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huanchor de la región Lima. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015.
Disponible en <https://url2.cl/VMvFJ>

BARROS, Isabel., GUZMÁN, Luis. y TARÓN, Arnulfo. Extracción y comparación de la quitina obtenida a partir del caparazón de Callinectes sapidus y Penaeus vannameis. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea]. Colombia: Bogotá, 2015, vol. 18, no. 1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020].
Disponible en <https://url2.cl/fWc1H>
ISSN: 2619-2551

BERGHOFF, Carla. Desarrollo y caracterización de matrices compuestas quitosano/polímero sintético para regeneración de tejido óseo. Tesis (Doctorado en Ciencias Exactas).Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2011, 229 pp.

Disponible en <https://url2.cl/CrVM1>

COLINA, Marinela *et al.* Evaluación de los procesos para la obtención química de quitina y quitosano a partir de desechos de cangrejos a escala piloto e industrial . *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea]. Enero 2014,vol.15, n.o 1. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/35Pju>

ISSN 0121-6651.

CISNEROS Pérez, Iván *et al.* Evaluación de la extracción enzimática de quitina a partir del exoesqueleto de camarón. *Centro Azúcar* [en línea]. Marzo 2019, vol.46 n.o.1. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/43wXk>

ISSN 2223-4861.

COLINA Rincón, Marinela *et al.* Extracción de quitina utilizando ácido láctico. *Revista Bases de la Ciencia* [en línea], Ecuador,2017, vol. 2, n.o.2. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020].

Disponible en: <https://url2.cl/GIkTK>

ISSN 2588-0764

COMITÉ de Publicación ética. COPE.1997.

Disponible en: <https://publicationethics.org/>

CHUMBES, Joel. Reducción de arsénico en aguas subterráneas mediante el uso de alambre de hierro en diferentes concentraciones, taparachi, juliaca, 2018. Tesis de pregrado.Perú,Lima,2018.

Disponible en <https://url2.cl/9bBQS>

DA SACCO, L. y MASOTTI, A. Chitin and chitosan as multipurpose natural polymers for groundwater arsenic removal and As₂O₃ delivery in tumor therapy. 2010. S.l.: s.n.

ESTRADA, Diego. Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento subterráneo en el campamento Cedro-Pataz. Tesis de pregrado. Perú, Trujillo, 2016.

Disponible en : <https://url2.cl/xFL6z>

ESTUARDO, Esmieu. Evaluación del contenido extractable de quitina obtenida a partir de dos secciones del exoesqueleto del camarón (*litopenaeus vannamei*) cefalotórax y abdomen, procedente de mar y cultivado en viveros y comparación con el contenido de carbonato de calcio y carbonato de magnesio. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015.

Disponible en <https://url2.cl/JqCQk>

FERNÁNDEZ Delgado, Milagro *et al.* Supervivencia y formación de biopelículas de *Vibrio cholerae* sobre quitina de camarón. *Interciencia* [en línea]. Junio 2013, vol. 38, n.o.6, pp. 443-448 [fecha de Consulta: 04 de junio de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/h7bwC>

ISSN: 0378-1844

GARCÍA, César. Obtención de quitosano a partir de exoesqueleto de langostino blanco (*litopenaeus vannamei*), para el tratamiento de efluentes industriales. Tesis de pregrado. Perú, Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2017.

Disponible en <https://url2.cl/LHQ1U>

GRADOS, Jack. Capacidad de remoción de arsénico por *pseudomonas aeruginosa* a diferente tiempo y concentración, en aguas contaminadas del río grande - Huamachuco. Tesis de pregrado. Perú, Trujillo, 2018.

Disponible en: <https://url2.cl/SqZxu>

HERNÁNDEZ, Fernández y Baptista. Metodología de investigación en estudio de enfoque de investigación descriptiva. 2003.

Disponible en <https://url2.ci/2kL1p>

HERNÁNDEZ, H. *et al.* Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. *Superf. vacío* [en línea]. 2009, vol.22, n.o.3 [Fecha de consulta : 28 de mayo de 2020], pp.57-60.

Disponible en <https://url2.ci/2vAST>

ISSN 1665-3521.

HENDRIKS, Jan y BOELEN, Rutgerd. Acumulación de derechos de agua en el Perú. *Anthropologica* [en línea]. 2016, vol.34, n.o.37 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020], pp.13-32.

Disponible en: <https://url2.ci/RIWCD>

ISSN 0254-9212.

INFORME Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos 2018. UNESCO biblioteca digital [en línea]. 2018 [Fecha de consulta: 02 de junio 2020].

Disponible en <https://url2.ci/uHgZA>

LÁZARO, Mónica . Evaluación de la calidad del agua y del suelo en la parte alta de la quebrada Mayo- Distrito San Mateo Provincia Huarochirí-Región Lima. Lima : Programa episcopal de acción social, 2016.

Disponible en: <https://url2.ci/9ASy9>

LONDOÑO Franco, Luis, LONDOÑO Muñoz, Paula y MUÑOZ García, Fabian. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea]. Diciembre 2016, vol. 14, no. 2, pp. 145.

Disponible en: <https://url2.ci/yJVF5>

ISSN 1909-9959.

MARTÍNEZ Peña, Vania Isabel *et al.* Aprovechamiento de residuos de biomasa fúngica en la obtención de un sistema magnético nanoestructurado para remover arsénico del agua . *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea]. Enero 2020, vol.36, n.o.2. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/GkzNg>

ISSN 0188-4999

MEDINA Pizzali, Maria *et al.* Ingesta de arsénico: El impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [en línea]. 2018, vol.35 n.o.1, 102 pp. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]

Disponible en <https://url2.cl/K4sGc>

ISSN 1726-4634.

DOI: 10.17843/rpmesp.2018.351.3604.

MARTÍNEZ, Rubí y DUPRÉ, Enrique. Transferencia de espermatozoides en el camarón de roca *Rhynchocinetes typus* (Caridea: Rhynchocinetidae). *Latin American Journal of Aquatic Research* [en línea]. 2010, vol.38, n.o.2 [Fecha de consulta: 04 de Junio de 2020].

Disponible en: <https://url2.cl/QsK9D>

ISSN 0718-560X.

ORGANIZACIÓN mundial de la salud. OMS : *Agua*. 2015. S.l.: s.n.

Disponible en <https://url2.cl/URd78>

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. (OMS). 15 de febrero de 2018.

Disponible en: <https://url2.cl/BTCGI>

PACHECO López, Neith Aracely. Extracción biotecnológica de quitina para la producción de quitosanos: caracterización y aplicación. Tesis (Doctor en Biotecnología). Université Claude Bernard - Lyon I, 2010.

Disponible en <https://url2.cl/l5gDP>

PÁJARO, yina y DIAZ, fredyc. Remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas usando quitosano obtenido de exoesqueleto de camarón. *rev.colomb.quim.* [en línea]. 2012, vol.41, n.2 [Fecha de consulta: 18 de Mayo de 2020], pp.283-298.

Disponible en <https://url2.cl/cQeVy>

ISSN : 0120-2804.

PÉREZ, Jenifer. Efecto del biopolímero (quitosano) para la remoción de cloruros en aguas procedentes de la producción petrolera. Tesis de pre grado. Universidad Nacional de Ucayali.Perú, 2018.

Dusponible en <https://url2.cl/RAzXF>

PROGRAMA de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Noticias ONU [en linea]. Agosto 2016 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]

Disponible en <https://url2.cl/ejW8X>

PROGRAMA Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP). UNESCO [en línea].2017. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2020]

Disponible en <https://url2.cl/kE7Ue>

QUINTANA, Wilder. Actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope.Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo.Perú,Chiclayo, 2019.

Disponible en <https://url2.cl/Ku5K7>

QUEVEDO Cuenca, Jorge Oswaldo. Determinación de La capacidad de Bioadsorción de Plomo aprovechando las propiedades del exoesqueleto del Camarón. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Ecuador, 2017, pp. 22.

Disponible en <https://url2.cl/VuTgX>

RAFFINO, María. Agua Potable. *Concepto. De* [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]

Disponible en <https://url2.cl/p6lWe>

ROMERO, Rafael *et al.* Study of arsenic (V) removal of water by using agglomerated alumina. *Nova scientia* [en línea]. 2019, vol.11, n.23 [Fecha de consulta 23 de mayo de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/SNNj1>

ISSN 2007-0705.

RAHMAN, Mohammad *et al.* Removal of Arsenic from Ground Water with Shrimp Shell. *Dhaka University Journal of Science* [en línea]. 2012.

Disponible en <https://url2.cl/Uq7q3>

ISSN 1022-2502. DOI 10.3329/dujs.v60i2.11489.

SUÁREZ Ocampo, David. Evaluación de exoesqueletos de camarones y sus carbonizados como descontaminantes para reducir su impacto ambiental. Tesis (Magíster en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias). Colombia, Medellín: Universidad de Antioquia Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Departamento de Farmacia, 2019. Disponible en: <https://url2.cl/KJ7RW>

VELASCO Reyes, J *et al.* Producción de quitosano a partir de desechos de camarón generados del procesamiento industrial. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. [en línea]. 2019, vol.4. [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2020].

Disponible en <https://url2.cl/NfrPu>

ISSN: 2448-7503

WADA, Y, IEM de Graaf y LPH van Beek. Modelado de alta resolución de los impactos humanos y climáticos en los recursos hídricos mundiales. *J. Adv. Modelo. Tierra Syst* [en línea]. 2016 vol.8, n.o. 2, 735-763,

Disponible en <https://url2.cl/C5a17>

IX. ANEXOS

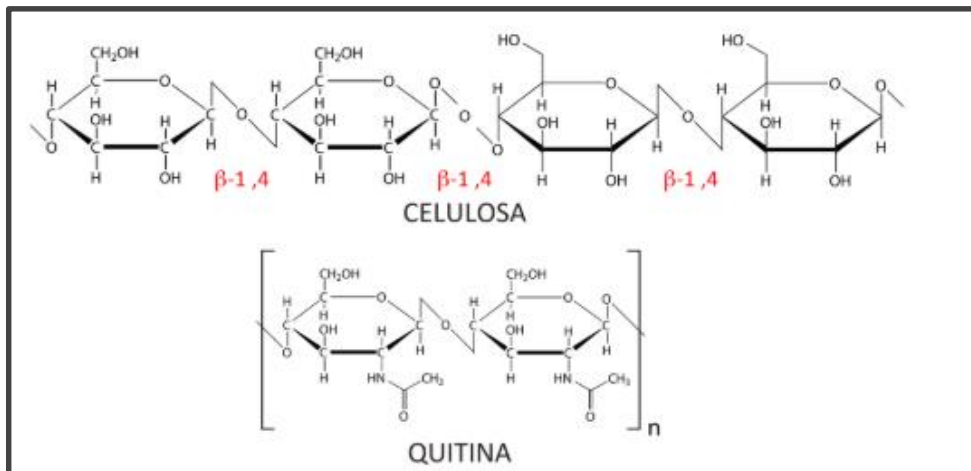


Figura 2. Composición química de la celulosa y quitina



Figura 3. Mercado mayorista pesquero de Lima y Callao

Tabla 6. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	
¿Cuál es la capacidad de adsorción de la quitina de residuos del exoesqueleto de camarón en las aguas residuales con arsénico en San Mateo de Huachichil 2020?	<p>GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proponer un programa de manejo en el uso de residuos de exoesqueleto de camarón para la reducción de los niveles de Arsénico en aguas residuales industriales, Huachichil. <p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diseñar un programa para el manejo de residuos de exoesqueleto de camarón. -Determinar la dosis óptima de la quitina para la reducción de arsénico en aguas residuales - Comparar la eficiencia la de dosis de quitina extraída del exoesqueleto del camarón para el tratamiento de aguas residuales industriales 	<p>HIPÓTESIS GENERAL.</p> <p>La cantidad óptima de quitina favorecerá determinar la eficiencia de adsorción para la reducción de arsénico en las aguas residuales industriales.</p>	<p>VI: Quitina del exoesqueleto de camarón</p> <p>VD: Tratamiento de aguas residuales industriales con arsénico</p>	Tipo: Descriptivo	6 litros de agua del río Rímac de San Mateo Huachichil	Revisión Bibliográfica	<p>-Recolectar datos.</p> <p>La recolección de datos se realiza mediante fichas de observación y recolección de datos</p> <p>-Proceso de análisis de datos.</p> <p>Mediante Microsoft Excel se realizará los cuadros y tablas de los datos obtenidos.</p>	
				Nivel: Explicativo				Diseño
				No experimental, explicativa	Muestra 2 litros de cada punto de monitoreo (3 puntos)	Fichas de observación Lista de cotejo Recetarios		

Tabla 7. Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI/V1 QUITINA DEL EXOESQUELET O DE CAMARÓN	Es el segundo polímero más abundante. Está constituida por moléculas de N-acetilD-glucosamina, con enlaces (3 (b—>4) y forma parte del caparazón de crustáceos, moluscos, insectos y otros seres vivos, defendiéndose del contacto con el medio externo. (Estuardo, 2015)	Los procesos de obtención de quitina se realizan mediante el acondicionamiento de la materia prima, extracción de la proteína (desproteínización), eliminación de las impurezas inorgánicas (desmineralización), y decoloración de la quitina obtenida	Factores físicos	Masa de quitina (g)	Razón
				Tamaño de partícula (µm)	
			Factores químicos	pH (0-14)	
				Humedad (%)	
VD/V2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES CON ARSÉNICO	Los metales pesados se encuentran dispersos en el medio ambiente, de igual manera el arsénico está distribuido en el suelo y subsuelo generando con elevadas concentraciones de 1.5 y 2 mg/L, ocasionando mayor abundancia en el ambiente. (Adriano, 2001).	La bioadsorción de iones metálicos usa algunos materiales biológico absorbente y se realiza en diferentes mecanismo fisicoquímico y metabólico ya que este proceso de captación de estos metales se llega a trasladar.	Concentración de arsénico	Concentración inicial del arsénico (mg/L)	Razón
				Concentración final de arsénico (mg/l)	
			Tratamiento por dosis	Dosis 1 (15g)	
				Dosis 2(25g)	
				Dosis 3 (35g)	
			Parámetros fisicoquímicos del agua del río	Temperatura (°C)	
				Potencial de Hidrógeno pH (0-14)	
Oxígeno disuelto (mg/L)					