



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de remoción de As utilizando cáscara de naranja y tuna en aguas del río Rímac,
distrito San Mateo – 2019

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTORES:

Daza Montesinos, Leydi Andrea (ORCID: 0000-0002-4870-5646)

González Retamozo, Richard (ORCID: 0000-0002-6917-3976)

Nicho Muñoz, Marilia Alexandra Rocio (ORCID: 0000-0003-4218-6168)

Tolentino Martinez, Giampier Edgard (ORCID: 0000-0003-4206-0100)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicamos nuestro trabajo principalmente a Dios, que nos da la fortaleza y sabiduría para afrontar cada reto en nuestra vida. A nuestros Padres, por el apoyo incondicional que nos han dado en el transcurso de nuestra vida universitaria e impulsarnos a cumplir nuestras metas.

A nuestras familias por todo el amor apoyo moral, también a las personas que nos dan la motivación para hacer este sueño realidad que de una forma u otra nos dedican su tiempo y amor durante nuestra formación universitaria.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestro asesor el Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera, por el apoyo, consejo y paciencia durante el desarrollo de nuestra investigación. Así mismo, a la Universidad César Vallejo por todo el apoyo institucional brindado durante nuestro desarrollo universitario y, además por habernos proporcionado sus laboratorios para el desarrollo de nuestra investigación.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de originalidad.....	v
Índice de tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	10
2.1 Tipo y diseño de la investigación.....	10
2.2 Población, muestra y muestreo	10
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	11
2.4 Procedimiento	11
2.5 Métodos de análisis de datos.....	14
2.6 Aspectos éticos.....	14
III. RESULTADOS	15
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	39

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados del mejor valor de pH del efluente con cáscara de naranja para la remoción de	15
Tabla 2. Prueba de Normalidad de los valores pH (cáscara de naranja)	16
Tabla 3. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor	17
Tabla 4. Prueba de Tukey para la determinación del pH con mayor % de remoción. ...	18
Tabla 5. Resultados del mejor valor de pH del efluente con cáscara de tuna para la remoción de As	19
Tabla 6. Prueba de Normalidad de los valores pH (cáscara de tuna)	20
Tabla 7. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor	21
Tabla 8. Prueba de Tukey para la determinación del pH con mayor % de remoción ...	22
Tabla 9. Resultados de la mejor dosis de la cáscara de naranja para la remoción de As	23
Tabla 10. Prueba de Normalidad de remoción de As respecto a la dosis de cáscara de naranja	24
Tabla 11. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor	25
Tabla 12. Prueba de Tukey para la determinación de la dosis de cáscara de naranja con mayor % de remoción.....	26
Tabla 13. Resultados de la mejor dosis de la cáscara de tuna para la remoción	27
Tabla 14. Prueba de Normalidad de remoción de As respecto a la concentración de cáscara de tuna.....	28
Tabla 15. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor	29

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama del proceso de remoción de Arsénico	12
Figura 2. Diagrama de proceso de obtención de las cáscaras.....	12
Figura 3. Diagrama de proceso de obtención de los bioadsorbentes químicamente modificados.	13

Resumen

La presente investigación propone el uso de residuos orgánicos como material adsorbente para la remoción de metales pesados procedente de los efluentes residuales de las mineras, ya que muchos no cuentan con ningún tipo de tratamiento. A nivel mundial, el arsénico es uno de los metales que más contaminación ha generado al medio ambiente y a la salud tanto de animales como de personas. Es así, que en esta investigación se evaluó la eficiencia de las cáscaras de naranja y tuna como bioadsorbente para lograr la remoción de concentración de arsénico procedente de los efluentes residuales, que son vertidos al río Rímac. Para medir la eficiencia de remoción de arsénico se empleó diferentes dosis de bioadsorbente de cáscara de naranja y tuna modificada químicamente con NaOH a 0.2 M y CaCl_2 a 0.1 M, en función a diferentes valores de pH de solución y un tiempo de contacto de 8 horas. Los resultados mostraron que el bioadsorbente de cáscara de naranja a una dosis de 0.5 g/L, en una solución a pH 5 y en un tiempo de 8 horas, tiene mayor eficiencia obteniendo un porcentaje de remoción de 99.28%. Mientras, el bioadsorbente de cáscara de tuna a una dosis de 0.5/L g, en una solución a pH 6 y en un tiempo de 8 horas, obtuvo un porcentaje de remoción de 97.5%. Por lo tanto, se concluye que el tratamiento con bioadsorbente de cáscara de naranja es una alternativa favorable para descontaminar aguas con concentraciones de arsénico que mayormente son contaminadas por las actividades mineras.

Palabras claves: Bioadsorbente, eficiencia, arsénico, cáscara de naranja, cáscara de tuna.

Abstract

This research proposes the use of organic wastes as adsorbent material for the removal of heavy metals from mining waste effluents, since many of them are not treated at all. Worldwide, arsenic is one of the metals that has generated the most contamination to the environment and to the health of both animals and people. Thus, this research evaluated the efficiency of orange and prickly pear peels as a bioadsorbent to achieve the removal of arsenic concentration from waste effluents, which are discharged into the Rimac River. To measure the arsenic removal efficiency, different doses of orange and prickly pear peel bioadsorbent chemically modified with NaOH at 0.2 M and CaCl_2 at 0.1 M were used, depending on different solution pH values and a contact time of 8 hours. The results showed that the orange peel bioadsorbent at a dose of 0.5 g/L, in a solution at pH 5 and in a time of 8 hours, has a higher efficiency, obtaining a removal percentage of 99.28%. Meanwhile, the prickly pear peel bioadsorbent at a dose of 0.5/L g, in a solution at pH 6 and in a time of 8 hours, obtained a removal percentage of 97.5%. Therefore, it is concluded that the treatment with orange peel bioadsorbent is a favorable alternative to decontaminate waters with arsenic concentrations that are mostly contaminated by mining activities.

Keywords: Bioadsorbent, efficiency, arsenic, orange peel, prickly pear peel.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el arsénico es uno de los metales que más contaminación ha generado en el medio ambiente, ya que es un elemento que cuando está diluido en el agua es imperceptible, genera daños en la salud tanto de animales, plantas y personas. Según estudios realizados por la FAO, las altas concentraciones de arsénico en el cuerpo receptor generan daños en la piel, ocasionando cáncer en diferentes partes del cuerpo con el pasar de los años; varios estudios realizados en las muestras de agua contaminadas por este material señalaron que, en tiempos anteriores al nuestro, existieron estos problemas que con el pasar de los años, se hicieron más frecuentes y más influyentes.

La presencia de altos niveles de arsénico también se vio afectada en diferentes partes de Latinoamérica e Hispanoamérica, como son los casos de Argentina, México, Chile, Perú, entre otros. Resulta aleccionador lo acontecido en El Salvador, país que ha venido actuando por 20 años como un espectador pasivo de la actividad minera y contaminación del Río Lempa pues, a pesar de no haber hallado oro ni plata, se sigue dando actividad que va aumentando progresivamente en el tiempo. (Ponce, 2019)

En el Perú, no estamos ajenos a esto, ya que somos un país altamente minero y, a su vez, estas se encuentran potencialmente cerca de los ríos y lagos; por lo tanto, las áreas geográficas más afectadas de esta minería son las zonas sur y norte del país porque cuentan con grandes abastecimientos de agua las cuales son contaminadas y no son tratadas sin previo acuerdo con el Estado. En la Oroya, a pesar de que la actividad minera dejó de producir es una de las zonas más maltratadas por contaminación a nivel; así lo categorizó el Instituto Blacksmith de Estados Unidos, en 2013, pues hicieron un estudio en jóvenes y niños dando como resultados 60 ug/L de Arsénico en la orina de los menores, donde indican que ocho de nueve niños sobrepasan el límite permisible para arsénico, y según el estándar del Ministerio de Salud (Minsa) debería de estar hasta en 20 ug/L (López, 2017).

La zona de San Mateo no es ajena a estos problemas, ya que hay una cierta cantidad de minerales que afectan su río que es la cuenca principal del río Rímac, el problema principal de la población es la accesibilidad de esta agua porque estas industrias que abarcan con los accesos a estos ríos no permiten el paso a los pobladores por el hecho de que estos los contaminan y no tienen un adecuado tratamiento para solucionar el problema. Además, hay que tener en cuenta que las cuencas son zonas o superficies importantes en el ambiente

por ser el principio u origen de la salida de muchos ríos y lagunas, que es fuente de abastecimiento tanto para personas como para animales y plantas, mediante el recorrido o desplazamiento largo que éstas realizan para llegar hasta su salida al mar. Por consiguiente, la minería se verá obligada a buscar medidas para la remediación de estos daños ambientales, teniendo en cuenta que éstas sean muy efectivas, pero a la vez de bajo costo; es por ello que, tenemos que investigar de qué manera podemos usar un método de reducción de metales pesados como el As y que tenga un bajo costo para que ayude de manera efectiva a eliminar este compuesto del cuerpo de agua que son afectados por las empresas mineras.

En virtud de la problemática descrita previamente, se suscita el motivo de la presente investigación; así vemos que las zonas de actividad minera en el río de San Mateo (cuenca del río Rímac) no se aplica las leyes ambientales, ya que en este lugar se produce impactos negativos en el recurso hídrico a causa de los metales pesados expresados en unidades mediante un análisis en el río Blanco y la quebrada Parac que son los principales recursos hídricos de San Mateo (Calla, 2010).

Los principales antecedentes para el estudio son:

HURTADO (2019), en su artículo titulado “Cáscara de plátano: tratamientos de metales pesados”, tuvo como objetivo absorber metales pesados, debido a una sustancia llamada “hidroxilo y carboxilo de pectina”. Fue un estudio de tipo experimental, los instrumentos empleados fueron a través de análisis en un laboratorio. En los resultados finales, sobre los análisis que se llevaron a cabo, se llegó a observar que, en el caso de la bioadsorción con plátano, éste tiene una mayor eficacia en la remoción sobre los metales pesados del arsénico, mercurio y plomo. Se concluyó que la bioadsorción con plátano tiene una mayor eficacia de adsorción sobre el mercurio y plomo, puesto a que el porcentaje fue de 95.6%, lo cual sí sería un buen adsorbente. Por el contrario, la menor eficiencia de adsorción se observó en el contaminante de cadmio, por lo cual no se recomienda este tratamiento. Es una buena alternativa además de ser muy económica.

CRESPIERA (2015). en su artículo titulado “Piel de naranja como bioadsorbente de metales pesados”. La cáscara de naranja tuvo como objetivo ser una potencia bioadsorbente de metales pesados que son uno de los grandes problemas medioambientales más graves que se pueden observar en las aguas de los lagos, ríos y océanos procedentes de efluentes líquidos y materiales residuales. Los instrumentos empleados son las fichas, lista de datos. los principales resultados se han optimizado en el proceso de remoción de cobre y níquel a través de disoluciones que los contengan en forma catiónica. Se comprobó la eficacia de este

proceso en la reducción de colorantes catiónicos presentes en efluentes residuales de la empresa textil. No obstante, de entre tantos estudiados, la que se presenta con un mejor futuro más favorable es la reducción de la salinidad del agua marina.

PARDO (2018) en su artículo científico “Beneficio de la cáscara de la naranja como bioadsorbente para la remoción de efluentes industriales” tuvo como objetivo fundamental aprovechar las cáscaras de naranja, tanto en su forma natural como en su forma activada, para usarla como sustratos en la absorción de poluentes disueltos en efluentes sintéticos. Estas muestras llevaron a unos ensayos de bioadsorción, pasaron por diferentes operaciones unitarias: selección de las cáscaras, secado, molienda, tamizado y carbonización térmica. Los resultados preliminares indicaron que, tanto los sustratos de la biomasa seca, como aquel de su forma activada, no presentan mucha diferencia significativa. sin embargo, se concluyó que, en la conductividad, a la salinidad y el pH del efluente, aquel tratado con la biomasa, presentó mejores niveles de remoción que el tratado con su forma activada.

VILLABONA (2014) en el artículo “Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural” tuvo como finalidad reconocer los componentes unidos al efecto coagulante para la eliminación de la turbidez para cambiar el color de las aguas crudas mediante las pencas ya que estas se someten a un proceso de corte, pelado y secado para obtener el coagulante. Estos resultados indicaron que la penca tiene un alto contenido de humedad, flavonoides, lo cual les permitió desarrollar los metabolitos que se encargan de coagular mediante su ácido poli galacturónico y derivados alginicos que ofrece este biomaterial.

MARTÍNEZ Y GONZÁLEZ (2016) en su tesis “Evaluación del poder coagulante de la Tuna (*Opuntia ficus indica*) para la eliminación de color y turbidez de aguas”. Tuvo como objetivo extraer penca en polvo para poder eliminar la turbidez en las aguas contaminadas en las que se llevó a cabo las elaboraciones de agentes coagulantes para determinar la densidad a granel, pH, carbohidratos, etc. en virtud de los resultados obtenidos, nos permite concluir que bajo las condiciones de pruebas se logró quitar la turbidez y se eliminó los porcentajes utilizando solo un coagulante natural, lo cual incrementó la eliminación de impurezas

LAURA, Virginia (2018), en su investigación “Estudio de la determinación de la actividad floculante en aguas provenientes del río Chili conteniendo As y Cr tratados con pectina obtenidos a partir de la cáscara de naranja, limón y mandarina” realizado en Perú, investigó materiales biológicos como la cáscara de naranja, limón y mandarina para la

remoción de As y Cr en muestras de agua residual industrial. Para esto, los bioadsorbentes fueron sometidos a los procesos de lavado, secado, triturado y desmetoxilación. Se determinó que la capacidad de remoción de arsénico 7,65% respectivamente. La capacidad de remoción arsénico y cromo con pectina de limón a pH de 6,55 fue del 43,64% y 64,95% respectivamente. Además, presentaron características físicas tales como el % de humedad y ceniza, para el caso de la pectina de naranja presenta un % de humedad de 13,14 y un % de ceniza de 9,73; la pectina de limón tiene un % de humedad de 6,55 y un % de ceniza de 12,57, mientras que la pectina de mandarina cuenta con un % de humedad de 5,55 y un % de ceniza de 9,39.

La capacidad de remoción arsénico y cromo con pectina de mandarina a pH de 5,55 fue del 40,89% y 41,76% respectivamente y tamaño de partícula de 0,04mm. GONZALEZ, Yoalis et,al (2015) en su investigación “Opuntia ficus-indica y opuntia wentiana: Estudio comparativo sobre su efectividad como coagulantes entre la Opuntia ficus y el Opuntia wentiana en la clarificación del agua”, realizó una comparativa para observar cuál de los dos coagulantes tiene más efectividad respecto a la otra, las aguas clarificadas con el procedimiento serán destinadas al consumo humano, se hizo una comparación a partir de los porcentajes de adsorción, dando como resultados el Opuntia ficus indica más eficiente que el Opuntia wentiana para la adsorción con valores de 79.30% para Opuntia ficus indica y 82,98% para Opuntia wentiana.

MIRANDA, Lilia (2017) en su artículo científico “Bioadsorción de plomo visible en soluciones acuosas con el uso de la cáscara de tuna” se tuvo como iniciativa demostrar que hay una nueva alternativa en lo que respecta al tratamiento de los iones metálicos que son altamente tóxicos; la bioadsorción es una de estas opciones, ya que estos materiales que forman parte del desecho tienen un efecto absorbente previamente realizada un proceso de secado, molido y tamizado mediante un proceso con formaldehído se obtiene una remoción de elemento químico presente en soluciones acuosas cuyos resultados fueron favorables, ya que la cáscara de tuna pre tratado con formaldehído al 0,2% v/v, es un buen biosorbente que a pH 6,0 y masa de biosorbente de 0,05 g ha logrado el 98,733 % de remoción de plomo (II) presente en soluciones acuosas.

AGUIRRE, Daisy (2017). Titulado “La eficiencia de la bioadsorción con cáscara de naranja para la eliminación de cadmio en aguas residuales de fábricas textiles en Tungurahua”, el cual tuvo como principal objetivo determinar la eficacia bioadsorbente de la cáscara de naranja en presencia de cadmio en aguas contaminadas, para esto se caracterizó

los elementos básicos C, H Y N de la cáscara de naranja, con el método automatizado de combustión Dumas, se realizó un análisis fisicoquímico de los efluentes. Los resultados fueron favorables, los que indicaron que un menor tamaño de partícula (3 mm) con una mayor relación gramos de bioadsorbente por litro de efluente (0.20 g/l) y con un pH de 5, se obtiene una reducción en la concentración del cadmio, de 12.21 mg/l de cadmio en el efluente 1 se redujo a una concentración de 6.51 mg/l con un porcentaje de adsorción de 46.65% y de 11.37 mg/l se redujo a 5.77 mg/l lo que representa una adsorción del 49.22%, los resultados son favorables la cáscara de naranja tiene una alta capacidad de adsorber los iones de Cadmio, mejorando los resultados al acidificar el efluente, por lo que es considerada como una posible solución al tratamiento de aguas en la industria textil.

SASKATCHEWAN, Regina et al. (2000), en su investigación “REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY ADSORPTION USING PEAT MOSS”, Un estudio realizado en Canadá donde analizaron un adsorbente de bajo costo para la remoción de un metal pesado en un efluente acuático, este material llamado Turba bajo estudios en laboratorio cinéticos e isotérmicos, evalúa la capacidad de adsorción, utilizando distintos pH en el agua y distintos tipos de concentración, en consecuencia, para evaluar la capacidad de adsorción de la turba, se usan los efectos del pH, y la dosis de adsorbente en la extracción de metales pesados. Los estudios de desorción también se realizaron con agua des ionizada. para evaluar la desorción de metal pesado de la turba y en los estudios cinéticos indicaron que la turba fue efectiva para eliminar el 95.5% del metal pesado y el intervalo de pH óptimo era de 5,5 a 6.

SEYMA Yuksel, Ramazan Orhan et al. (2018), en su artículo científico “The Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Activated Carbon Prepared from Apricot, Peach Stone and Almond Shell Mixture in a Fixed-Bed Column”, La determinación de este estudio fue el de eliminar el metal pesado de las soluciones acuosas en una columna de lecho fijo en diferentes condiciones de operación pH (4.5, 5, 5.5, 6), Para ese fin, se utilizó carbón activado preparado de albaricoque, piedras de durazno y mezcla de cáscara de almendra. La capacidad de adsorción se encontró como 0.67g en condiciones óptimas con la utilización de pH 5. Se aplicaron modelos Adams – Bohart, Thomas y Yoon – Nelson a datos experimentales para encontrar los parámetros cinéticos. Se determinó que el modelo apropiado que describe el mecanismo de adsorción era Thomas. Como resultado, El nuevo carbón activado.

utilizado en este estudio indica su aplicabilidad en la eliminación de iones metal pesado en aguas residuales industriales.

Después de una breve revisión de los antecedentes, se presentan como teorías relacionadas al tema de investigación, principales conceptos como: bioadsorción de metales pesados, siendo este un proceso que consiste en la captación de contaminantes presentes en soluciones acuosas a través de un material biológico. Para ello, el bioadsorbente es sometido a mecanismos físico químico o metabólicos.

La absorción de elementos metálicos en soluciones acuosas es un procedimiento en el cual se demuestra la eficiencia y eliminación de contaminantes en el agua con la utilización de biomasa adquirida de los residuos orgánicos. (Parra Rodríguez, Lina M, 2006.p.6)

La medida porcentual eficiente para de la absorción de un contaminante está dada por:

$$\%R = (C_i - C_f) / c_i \times 1000 \quad (1)$$

Dónde:

R: Porcentaje de remoción [%]

C_i: Concentración inicial

C_f: Concentración final

En efecto, innumerables son las circunstancias que alteran la eficacia de absorción en este tipo de tratamiento, puesto a que los organismos anaerobios tienen procedimientos complicados en su formación en la cual se vienen constantemente realizando nuevos descubrimientos teóricos. Por otro lado, la absorción con biomasa o absorción consiste en el uso de los residuos de material orgánico para la remoción de metales pesados, esto surgido como un proceso alternativo a las técnicas normalmente utilizadas y viene siendo empleado para la remoción de diversos tipos de contaminantes utilizando adsorbentes de bajo costo (Vieira y cols, 2007).

Para hallar la concentración de Arsénico (As) se emplea el método analítico de absorción atómica el cual consiste en medir la radiación absorbida por los átomos que se encuentran libres en su etapa fundamental, para que esto suceda la muestra pasa por un procedimiento de atomización electro térmica donde se utiliza una resistencia eléctrica. Y los átomos libres absorberán la radiación representada por una onda de luz emitida por una lámpara que contiene un cátodo para obtener la diferencia entre energía incidente y la transmitida permitiendo realizar la determinación del Arsénico (Flores y Pérez, 2009. p, 35).

En el proceso de la elaboración de biomasa mezclada con óxido de hierro se pusieron a prueba con 20 g de este elemento (biomasa) proveniente de un Hongo, donde se le añadió 80ml $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 2 M y 1ml de NaOH 10 M, donde se mezcló esta solución en un crisol a 100 RPM durante un tiempo aproximado de 15 minutos para luego incubarse en un tiempo de 3 horas a una temperatura de 80°C , para posteriormente repetirse con la misma muestra a una temperatura de 120°C por un tiempo de 4 horas. Luego de terminado este proceso se enfrió por una hora a 25°C para homogeneizar la biomasa en un mortero (Erik Santos, Juan Vargas, Juan Cárdenas, e Ismael Acosta, 2017).

Para el aprovechamiento de la biomasa se toma una cantidad de 0.20 g tratada en malla, el cual se colocó en una solución de 500 ml de CaCl_2 0,2M; tratando de mantener la mezcla en proceso de agitación de 200 RPM por 24 horas a 25°C , luego se deja reposar y se lava varias veces con agua destilada para eliminar o disminuir el exceso de CaCl_2 . Después se filtra y se seca a una temperatura de 40°C (Claudia Cecilia Villanueva Huerta, 2006.p,44.).

Comparación de absorción con cáscaras de naranja y tuna: Según Vizcaíno y Fuentes (2014) indican que biomazas como *Citrus* sp y *Opuntia* sp son capaces de eliminar altos porcentajes de cadmio y plomo sin requerir modificaciones en sus componentes. El uso de materia muerta es uno de los principales temas de investigación para la comunidad científica, siendo además de fácil acceso, menor costo y con mayor eficiencia en la adsorción (Tejada, Villabona y Garcez 2014). Además, tanto sus propiedades físicas como químicas pueden ser alteradas incrementando sus partes eficientes de absorción, dimensión y características. mencionan que la característica principal de la tuna va de acuerdo a su tamaño, medio de crecimiento, rendimiento de pulpa y contenido de vitamina C ya que tienen un alto contenido de sólidos solubles, la cáscara permite aumentar en gran proporción el rendimiento en el tratamiento de agua ya que reduce el pH y entre otros aspectos.

Para disminuir la concentración de arsénico y generar agua potabilizada, se utilizan diferentes tratamientos mediante el uso de tecnologías que alteran la calidad del agua de forma significativa, (Fluence 2019). La absorción biológica es una de las alternativas que se pueden utilizar para el tratamiento de efluentes, debido al bajo presupuesto para su realización y mantenimiento para la recuperación de metales pesados (Tejada, Villabona y Garcez 2014).

Es así que, la investigación pretende resolver el siguiente **problema general**: “¿Cuál de los bioadsorbentes de cáscara de tuna o cáscara de naranja tiene mayor eficiencia en la

remoción de As en las aguas del Río Rímac Distrito San Mateo 2019?"; y los **problemas específicos**: "¿Cuál es el mejor valor de pH de trabajo del bioadsorbente de cáscara de naranja y cáscara de tuna para la remoción de As en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019?" y "¿Cuál es la mejor dosis de bioadsorbente de cáscara de naranja y cáscara de tuna para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019?".

La investigación se justifica desde la perspectiva social, donde: El uso de los bioadsorbentes en estudio para la remoción de concentraciones de arsénico en aguas del río Rímac del distrito San Mateo permite el aprovechamiento de los residuos biodegradables aportando también a la reducción de contaminantes presentes en el río, por tanto, se evitará que los pobladores ubicados en zonas aledañas presenten problemas de salud. Por consiguiente, la aplicación de estos bioadsorbente es una iniciativa para poder implementar una planta de tratamiento en las empresas que vierten sus contaminantes directos al río.

Desde la perspectiva ambiental: El aprovechamiento de los residuos biodegradables como las cáscaras de naranja y tuna tiene la finalidad de fijar criterios para eliminar o reducir las concentraciones de arsénico en el punto efluente, mediante un análisis de laboratorio para ver cuáles son sus altibajos y posibles aspectos a mejorar utilizando nuestra singular idea, teniendo así agua potable para el uso diario, y previniendo posibles alteraciones con el ecosistema y todo lo que le rodea.

Económicamente, los métodos convencionales de remoción de metales pesados como el intercambio iónico, precipitación y técnicas electroquímicas, tienen costos elevados y la efectividad muy baja, en efecto el problema de estos es que económicamente hablando son muy poco convenientes, por lo que el uso de materiales biológicos considerados como desechos bioadsorbentes sería una gran alternativa para la remoción metálica, debido a que es un métodos más barato, fácil y renovable.

Los objetivos de la presente investigación guardan concordancia con los problemas planteados teniendo como **objetivo general** comparar la eficiencia de los bioadsorbentes de cáscara de tuna y de cáscara de naranja para la remoción de concentración de Arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019; y como **objetivos específicos** determinar la mejor dosis de las cáscaras de naranja y tuna para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019. Determinar el mejor valor de pH de la cáscara de naranja y tuna para la remoción de As en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019.

De esta manera se pretende verificar la hipótesis general : La cáscara de naranja tiene eficiencia mayor a un 96%, en comparación de la cáscara de tuna, para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019 y las hipótesis específicas : La concentración ideal de estas cáscara de naranja para la remoción de As (arsénico) es de 4g/l en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019.La concentración ideal de cáscara de tuna para la disminución de concentraciones de arsénico es de 5g /l en el río de San Mateo 2019. Asimismo, el mejor valor de pH de la solución es de 5 en el río Rímac, distrito de San Mateo 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación sobre la eficiencia de la cáscara de naranja y tuna para la remoción de Arsénico en aguas del río Rímac del distrito San Mateo - 2019 es una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo; con un diseño experimental y un nivel de investigación explicativo. La investigación aplicada es aquella que tiene como objetivo dar respuestas a los problemas que se presentan ante el investigador con la finalidad de encontrar soluciones eficaces para aplicarse de manera inmediata (TAM, VERA Y OLIVEROS, 2008).

El enfoque de investigación cuantitativo consiste en el empleo de recolección y análisis de datos, la medición estandarizada y numérica con la finalidad de responder las preguntas del proyecto de investigación. Así como también la aceptación o rechazo de las hipótesis de investigación; de subtipo pre y post prueba debido a que se realiza una toma de datos antes y después de aplicar la técnica (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA,2014).

El diseño experimental logra proyectar actividades con la finalidad de validar o rechazar las hipótesis. El nivel explicativo tiene por finalidad determinar el comportamiento de una variable en función de otra, así como también establecer las causas de los fenómenos analizados (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA,2014).

2.2 Población, muestra y muestreo

La población para la presente investigación son los efluentes con concentración de arsénico provenientes del río Rímac distrito de San Mateo $11^{\circ}47'9.960''S$ $76^{\circ}18'38.8''W$, la muestra para esta investigación es de 4 litros de efluentes que fueron recolectadas para poder analizar en el laboratorio.

La muestra para esta investigación es de 6 litros de efluentes provenientes del río Rímac en el distrito de San Mateo de los cuales, se destinará 4 litros para cada bioadsorbente en estudio, la muestra se seleccionó basándonos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (2016).

La unidad de análisis que se utilizó para llevar a cabo esta investigación fue de 100ml de efluentes provenientes del Río Rímac en el distrito San Mateo.

El muestreo es de tipo aleatorio simple debido a que los efluentes con concentraciones de arsénico provenientes de la mina son descargadas directamente al Río Rímac. Por lo tanto, presentan la misma probabilidad de ser seleccionados.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1 Técnica de recolección de datos

El presente proyecto de investigación tiene como técnica la observación directa, debido a que este procedimiento permite recolectar y disponer información del fenómeno observado. Además, permite la medición directa del pH y concentración de los bioadsorbentes cáscara de naranja y cáscara de tuna.

2.3.2 Instrumento de recolección de datos

Se emplearon como instrumentos para la recolección de datos, dos fichas que se observan en los **Anexos**.

A. Validez del instrumento

La validez permitió al instrumento medir una variable. Además, incluye una visión experimental y determina si los resultados que son obtenidos acatan los requisitos del método científico.

B. Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad permitió que cualquier investigador pueda realizar el mismo experimento y con las mismas condiciones, obteniendo los mismos resultados. Además, permitirá la aceptación científica de la hipótesis de investigación. El presente proyecto de investigación fue validado por 3 especialistas en instrumentos de recolección de datos. Estas validaciones se pueden visualizar en los **Anexos**

2.4 Procedimiento

Para proceder a la experimentación, primero se recolectaron las muestras de aguas del Río Rímac, distrito San Mateo y se enviaron a analizar al laboratorio de espectrometría de la universidad nacional de ingeniería para obtener la concentración inicial de As presente en el efluente, luego de haber realizado el contacto del bioadsorbente con el efluente se envió 18 muestras para obtener los resultados de adsorción; sus respectivas evidencias se observan en los **Anexos**.

PRIMERA ETAPA

En la Figura 1 se puede observar los procesos que se realizaron para la recolección de muestras de agua del Río Rímac que luego se utilizaron para el proceso de remoción de As presente.

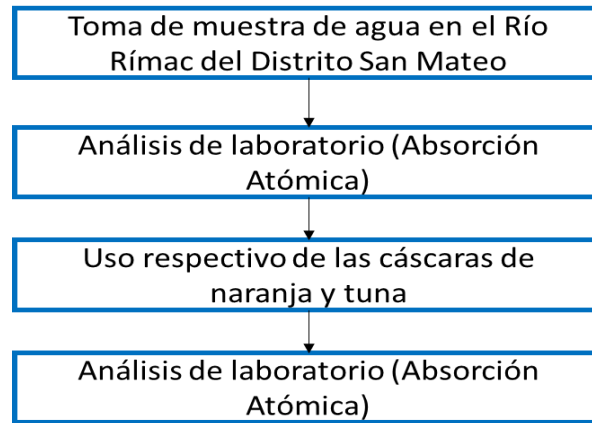


Figura 1 . Diagrama del proceso de remoción de Arsénico

La toma de muestra de agua se realizó siguiendo el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales autorizado por la autoridad nacional del agua, luego se realizó el análisis de absorción atómica para identificar la concentración de arsénico inicial para luego realizar el proceso de remoción de arsénico aplicando los biosorbentes químicamente modificados.

SEGUNDA ETAPA

En la Figura 2 se visualiza el proceso de obtención de las cáscaras de naranja y tuna que se utilizaron como bioadsorbente en el proceso de remoción de As presente en el agua de Río Rímac

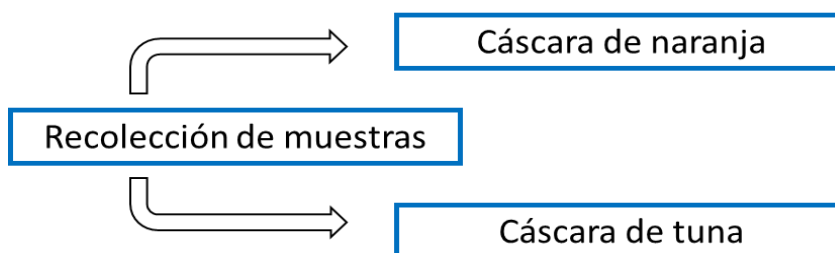


Figura 2. Diagrama de proceso de obtención de las cáscaras

La recolección de las cáscaras de naranja y tuna se realizó en un mercado del pueblo San Mateo para aprovechar de esta manera los residuos que son generados por el consumo de estas frutas en la población, estas fueron recolectadas en bolsas esterilizadas para mantenerlo en buen estado.

TERCERA ETAPA

En la Figura 3 se visualiza la representación del proceso de obtención del bioadsorbentes de cáscara de naranja y tuna modificados químicamente.

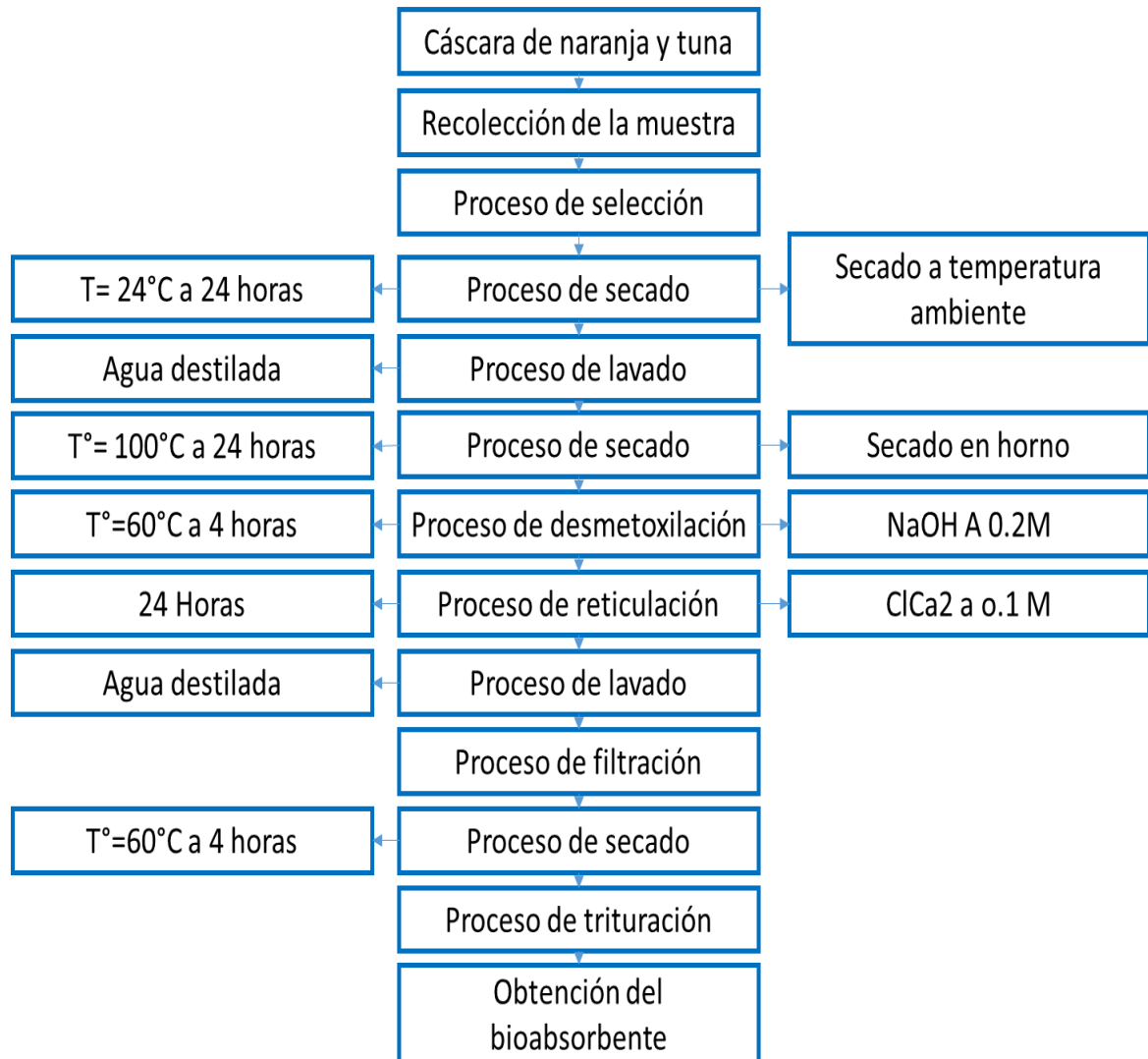


Figura 3. Diagrama de proceso de obtención de los bioadsorbentes químicamente modificados.

Para la obtención de los biosorbentes se realizó la selección de las cáscaras de naranja y tuna que se encontraban en buen estado, estas fueron lavadas para la eliminación de sus impurezas y posteriormente se realizó la activación química con NaOH a 0.2M y ClCa2 a 0.1M para mejorar su potencial de absorción.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se aplica el test de Shapiro – Wilk, para el análisis estadístico puesto que el tamaño de muestra es menor a 30, con la finalidad de determinar si los resultados de la bioadsorción con cáscara de tuna y naranja presentan una distribución normal. Además, para la elaboración de cuadros, gráficos y tablas se utilizó el programa Excel, con la finalidad de poder organizar los resultados obtenidos de los análisis realizados a los efluentes procedentes de la mina establecida en dicho lugar. Finalmente, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) aplicando la prueba Post Hoc de Tukey con el fin de determinar el bioadsorbente (cáscara de naranja y tuna) más eficiente para la remoción de concentración de Arsénico presentes en los efluentes del Río Rímac Distrito de San Mateo.

2.6 Aspectos éticos

Para ejecutar este proyecto de investigación, se tiene en cuenta la adecuada ejecución de los muestreos, ya que se utiliza el protocolo nacional de monitoreo y calidad del agua que avala la obtención de una muestra representativa. Además, el trabajo de investigación siguió los lineamientos establecidos en el código de ética, reglamentos de investigación y resolución rectoral 0089-2019/UCV de la universidad César Vallejo; también como medida de prevención del plagio fue utilizado el software Turnitin para esta investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis inferencial

La técnica a utilizar es el análisis de varianzas, donde se compararán los estadísticos correspondientes a los 3 tipos de pH y concentración de cáscara de naranja y tuna empleados para la remoción de As, las cuales serán analizadas en simultáneo diversos contrastes de la hipótesis de investigación.

3.2. Determinación del mejor valor de pH

Para la determinación del mejor valor de pH se pesaron 3 diferentes concentraciones (0,3; 0,4 y 0,5 gramos) de cada Biomasa (cáscara de naranja y tuna), estas fueron modificadas en solución a 3 diferentes valores de pH con la finalidad de cuantificar el pH que presente la mayor eficiencia de remoción de arsénico.

3.2.1. Mejor valor de pH del efluente con cáscara de naranja

Tabla 1. Resultados del mejor valor de pH del efluente con cáscara de naranja para la remoción de

1er Bioadsorbente (cáscara de naranja)	Nº	Tiempo	Concentración (g/L)	pH	As Inicial (mg/L)	As Final (mg/L)	Eficiencia de remoción
	1	8h	0,3	4	0,84	0,029	96,547
	2		0,4	4		0,025	97,023
	3		0,5	4		0,022	97,380
	4		0,3	5		0,016	98,095
	5		0,4	5		0,009	98,928
	6		0,5	5		0,006	99,286
	7		0,3	6		0,027	96,786
	8		0,4	6		0,024	96,786
	9		0,5	6		0,013	97,143

En la Tabla 1 se apreció que a una concentración de 0,5 g de cáscara de naranja y tiempo de contacto con el efluente de 8h se determinó que el mejor valor de pH de este biomaterial es 5, debido a que en este nivel se cuantifica una menor concentración final de arsénico (0.006 mg/L).

A. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Se utilizará el estadístico de prueba de hipótesis de Shapiro- Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 Litros de agua. Se tienen como hipótesis:

Ho: Los datos de pH trabajados siguen una distribución normal.

Ha: Los datos de pH trabajados no siguen una distribución normal.

Estadística y región crítica de la prueba:

Si $p\text{-valor} < \alpha$: rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > \alpha$: no rechaza H_0

p-valores obtenidos de:

Datos de pH: 0.843, 0.567, 0.253 dónde α de: 0.05

Tabla 2. Prueba de Normalidad de los valores pH (cáscara de naranja)

Pruebas de Normalidad							
		kolmogorov- Smirnov			Shapiro wilk		
	pH	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Remoción	4.00	.204	3	.	.993	3	.843
	5.00	.269	3	.	.949	3	.567
	6.00	.337	3	.	.855	3	.253

a. Corrección de significación de Liliefors

b. Remoción es constante cuando pH =5.58. Se ha omitido

Fuente: Software SPSS 24

Según la Tabla 2 se observa la normalidad de los datos aplicando el software SPSS 24, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig. 0.843, 0.567 y 0.253 son mayores al 0.05. Por ello, se comprueba que los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal concluyendo que con los pH trabajados son correctos para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019. Donde se consideraron valores estadísticos de significancia de Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Indicando que los resultados tienen un rango de 95% de confiabilidad.

B. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El estadístico a utilizar es ANOVA de un factor, asimismo el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, se empleó este estadístico porque se está aplicando distintos pH, es decir se comparará varios grupos, por lo cual se desea saber cuál es el pH que remueve mayor concentración de arsénico.

Ho: No existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los distintos pH trabajados.

Ha: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los distintos pH trabajados.

Estadística y región crítica de la prueba:

Si $p\text{-valor} < \alpha$: rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > \alpha$: no rechaza H_0

Tabla 3. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor

ANOVA					
Remoción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.520	3	.507	12085.943	0
Dentro de grupos	.000	8	.000		
Total	1.520	11	.		

Fuente: Software SPSS 24

Como visualizamos en la Tabla 3 se rechaza la hipótesis nula por que la significancia bilateral es menor a 0.05 y se acepta la hipótesis de investigación: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los diferentes pH trabajados. Por lo que se concluye que con modificación de pH si remueve la concentración de arsénico.

3.2.1.1 Hipótesis específica 1

Ho: El mejor valor de pH de la solución no es de 5 para la remoción de As 2019

Ha: El mejor valor de pH de la solución es de 5 para la remoción de As 2019.

Tabla 4. Prueba de Tukey para la determinación del pH con mayor % de remoción.

		%Remoción con cáscara de naranja			
HSD Tukey°		Subconjunto para alfa = 0.95			
pH	N	1	2	3	4
5.58	3	.00000		.	
4.00	3		96.98333		
6.00	3			97.46033	
5.00	3			.	98.76967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medidas para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =3.000.

Fuente: Software SPSS 24

La Tabla 4 muestra la prueba de HSD Tukey respecto a la remoción de arsénico que permitirá determinar el mejor valor de pH (4, 5, 6,) del efluente que se requiere para la remoción eficiente de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019; donde se indica que la aplicación del Ph-5. Respecto a la remoción de arsénico, presenta mayor porcentaje de remoción (98.76967), demostrándose que es el mejor valor de pH.

3.2.2. Mejor valor de pH del efluente con cáscara de tuna

Tabla 5. Resultados del mejor valor de pH del efluente con cáscara de tuna para la remoción de As

2do Bioadsorbente (cáscara de tuna)	Nº	Tiempo	Concentración (g/L)	pH	As Inicial (mg/L)	As Final (mg/L)	Eficiencia de remoción
	1	8h	0,3	4	0,84	0,038	95,476
	2		0,4	4		0,035	95,833
	3		0,5	4		0,032	96,190
	4		0,3	5		0,036	95,714
	5		0,4	5		0,029	96,548
	6		0,5	5		0,027	96,780
	7		0,3	6		0,034	95,952
	8		0,4	6		0,025	97,024
	9		0,5	6		0,021	97,5

En la Tabla 5 se apreció que a una concentración de 0,5 g de cáscara de tuna y tiempo de contacto con el efluente de 8h se determinó que el mejor valor de pH de este biomaterial es 6, debido a que en este nivel se cuantifica una menor concentración final de arsénico (0.021 mg/L).

A. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Se utilizará el estadístico de prueba de hipótesis de Shapiro- Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 Litros de agua. Se tienen como hipótesis:

Ho: Los datos de pH trabajados siguen una distribución normal.

Ha: Los datos de pH trabajados no siguen una distribución normal.

Estadística y región crítica de la prueba:

Si $p\text{-valor} < \alpha$: rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > \alpha$: no rechaza H_0

p-valores obtenidos de:

Datos de pH: 1.000, 0.407, 0.583 donde α de: 0.05

Tabla 6. Prueba de Normalidad de los valores pH (cáscara de tuna)

		Pruebas de Normalidad					
		kolmogorov- Smirnov			Shapiro wilk		
	pH Tuna	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Remoción de Tuna	4.00	.175	3	.	1.000	3	1.000
	5.00	.304	3	.	.907	3	.407
	6.00	.265	3	.	.953	3	.583

a. Corrección de significación de Liliefors

b. Remoción es constante cuando pH =5.58. Se ha omitido

Fuente: Software SPSS 24

Según la Tabla 6 se observa la normalidad de los datos aplicando el software SPSS 24, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig. 1.000, 0.407, 0.583 son mayores al 0.05. Por ello, se comprueba que los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal concluyendo que con los pH trabajados son correctos para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019. Donde se consideraron valores estadísticos de significancia de Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Indicando que los resultados tienen un rango de 95% de confiabilidad.

B. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El estadístico a utilizar es ANOVA de un factor, asimismo el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, se empleó este estadístico porque se está aplicando distintos pH, es decir se comparará varios grupos, por lo cual se desea saber cuál es el pH que remueve mayor concentración de arsénico.

Ho: No existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los distintos pH trabajados.

Ha: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los distintos pH trabajados.

Tabla 7. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor

ANOVA					
Remoción de Tuna					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.473	3	.491	25964.680	.000
Dentro de grupos	.000	8	.000		
Total	1.474	11	.		

Fuente: Software SPSS 24

En la Tabla 7 se visualiza que se rechaza la hipótesis nula por que la significancia bilateral es menor a 0.05 y se acepta la hipótesis de investigación: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con los diferentes pH trabajados. Por lo que se concluye que con modificación de pH si remueve la concentración de arsénico.

3.2.2.1 Hipótesis específica 1

Ho: El mejor valor de pH de la solución no es de 6 para la remoción de As 2019.

Ha: El mejor valor de pH de la solución es de 6 para la remoción de As 2019.

Tabla 8. Prueba de Tukey para la determinación del pH con mayor % de remoción.

%Remoción con cáscara de Tuna					
HSD					
Tukey°					
pH Tuna	N	Subconjunto para alfa = 0.95			
		1	2	3	4
5.58	3	.00000		.	
4.00	3		95.83300		
5.00	3			96.34933	
6.00	3			.	96.82533
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medidas para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =3.000.

Fuente: Software SPSS 24

La Tabla 8 muestra la prueba de Tukey respecto a la remoción de arsénico que permitirá determinar el mejor valor de pH (4, 5, 6,) del efluente que se requiere para la remoción eficiente de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019; donde se indica que la aplicación del Ph-6. Respecto a la remoción de arsénico, presenta la mayor diferencia de medias (0.2667), demostrándose que es el mejor valor de pH.

1.3 Determinación de la mejor dosis.

Después de determinar el mejor valor de pH de cada bioadsorbente, se buscó lograr una mejor absorción de arsénico en función a la concentración de la biomasa (cáscara de naranja y tuna), para ello se trabajó con 3 diferentes concentraciones de biomaterial con el fin de establecer a qué concentración tendrá un mayor % de eficiencia de remoción.

3.3.1 Mejor dosis de la cáscara de naranja

Tabla 9. Resultados de la mejor dosis de la cáscara de naranja para la remoción de As

1er Bioadsorbente (cáscara de naranja)	Nº	Tiempo	Concentración (g/L)	pH	As Inicial (mg/L)	As Final (mg/L)	Eficiencia de remoción
	1	8h	0,3	4	0,84	0,029	96,547
	2		0,4	4		0,025	97,023
	3		0,5	4		0,022	97,380
	4		0,3	5		0,016	98,095
	5		0,4	5		0,009	98,928
	6		0,5	5		0,006	99,286
	7		0,3	6		0,027	96,786
	8		0,4	6		0,024	97,143
	9		0,5	6		0,006	99,286

En Tabla 9 se identificó que con un pH 5 y tiempo de contacto con el efluente de 8h se determinó que la mejor dosis de cáscara de naranja es de 0,5 g para la remoción de arsénico.

A. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Se utilizará el estadístico de prueba de hipótesis de Shapiro- Wilk debido a que el tamaño de la muestra de las dosis es menor a 50g. Se tienen como hipótesis:

Ho: Los datos de las dosis de cáscara de naranja para la remoción de As siguen una distribución normal.

Ha: Los datos de las dosis de cáscara naranja para la remoción de As no siguen una distribución normal.

Tabla 10. Prueba de Normalidad de remoción de As respecto a la dosis de cáscara de naranja

Concentración de Biomasa	Pruebas de Normalidad					
	kolmogorov- Smirnov			Shapiro wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia de Biomasa .3	.333	3	.	.862	3	.274
.4	.365	3	.	.797	3	.107
.5	.200	3	.	.995	3	.862

a. Corrección de significación de Lilliefors

b. Eficiencia de Biomasa es constante cuando concbio =0. Se ha omitido

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019

Según la Tabla 10 se observa la normalidad de los datos aplicando el software SPSS 24, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig. 0.274, 0.107, 0.862 son mayores al 0.05. Por ello, se comprueba que los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal concluyendo que las dosis de cáscara de naranja son correctas para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019. Donde se consideraron valores estadísticos de significancia de Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Indicando que los resultados tienen un rango de 95% de confiabilidad.

B. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El estadístico a utilizar es ANOVA de un factor, asimismo el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, se empleó este estadístico porque se está aplicando distintas dosis, es decir se comparará varios grupos, por lo cual se desea saber cuál es la dosis de cáscara de naranja que remueve mayor concentración de arsénico.

Ho: No existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las distintas dosis de cáscara de naranja.

Ha: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las distintas dosis de cáscara de naranja.

Tabla 11. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor

ANOVA					
Eficiencia de Biomasa					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.001	3	.000	6.698	.014
Dentro de grupos	.000	8	.000		
Total	.001	11	.		

Fuente: Software SPSS 24

Siendo el Sig. (Bilateral) < 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, como se observa en la Tabla 11 existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las diferentes dosis de cáscara de naranja. Por lo que se deduce que con las dosis de cáscara de naranja si se remueve la concentración de arsénico.

3.3.1.1 Hipótesis específica 2

Ho: El mejor valor de dosis de cascara de naranja no es de 5 para la remoción de As 2019.

Ha: El mejor valor de dosis de cascara de naranja es de 5 para la remoción de As 2019.

Tabla 12. Prueba de Tukey para la determinación de la dosis de cáscara de naranja con mayor % de remoción

Eficiencia de Biomasa

HSD Tukey°

Concentración de Biomasa	N	Subconjunto para alfa = 0.95			
		1	2	3	4
.0	3	.00000		.	
.5	3		.01367		
.4	3			.01933	
.3	3			.	.02400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medidas para los grupos en los subconjuntos homogéneos

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =3.000.

Fuente: Software SPSS 24

La Tabla 12, muestra la prueba de HSD Tukey respecto a la remoción de arsénico que permitirá determinar la mejor dosis de cáscara de naranja (0.3g/ml, 0.4g/ml, 0.5g/ml) que se requiere para la remoción eficiente de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019; donde se indica que la aplicación de 0.5g/ml respecto a la remoción de arsénico, presenta menor concentración de As (0.1367), demostrándose que es la mejor concentración de cáscara de naranja para la remoción de As.

3.3.2 Mejor dosis de la cáscara de tuna

Tabla 13. Resultados de la mejor dosis de la cáscara de tuna para la remoción

2do Bioadsorbente (cáscara de tuna)	N°	Tiempo	Concentración (g/L)	pH	As Inicial (mg/L)	As Final (mg/L)	Eficiencia de remoción
	1	8h	0,3	4	0,84	0,038	95,476
	2		0,4	4		0,035	95,833
	3		0,5	4		0,032	96,190
	4		0,3	5		0,036	95,714
	5		0,4	5		0,029	96,548
	6		0,5	5		0,027	96,780
	7		0,3	6		0,034	95,952
	8		0,4	6		0,025	97,024
	9		0,5	6		0,021	97,5

En Tabla 13 se identificó que con un pH 5 y tiempo de contacto con el efluente de 8h se determinó que la mejor dosis de cáscara de tuna es de 0,5 g para la remoción de arsénico.

A. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Se utilizará el estadístico de prueba de hipótesis de Shapiro- Wilk debido a que el tamaño de la muestra de dosis es menor a 50g. Se tienen como hipótesis:

Hipótesis: probaremos

Ho: Los datos de las dosis de cáscara de tuna para la remoción de As siguen una distribución normal.

Ha: Los datos de las dosis de cáscara tuna para la remoción de As no siguen una distribución normal.

Tabla 14. Prueba de Normalidad de remoción de As respecto a la concentración de cáscara de tuna

		Pruebas de Normalidad					
Concentración de Biomasa		kolmogorov- Smirnov			Shapiro wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentración de Biomasa de Tuna	.30	.175	3	.	1.000	3	1.000
	.40	.219	3	.	.987	3	.780
	.50	.191	3	.	.997	3	.900

a. Corrección de significación de Liliefors

b. ConceBioTuna es constante cuando concbio =.00. Se ha omitido

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

Según la Tabla 14 se observa la normalidad de los datos aplicando el software SPSS 24, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig. 1.000, 0.780, 0.900 son mayores al 0.05. Por ello, se comprueba que los datos pertenecen a una distribución de probabilidad normal concluyendo que las dosis de cáscara de tuna son correctas para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019. Donde se consideraron valores estadísticos de significancia de Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Indicando que los resultados tienen un rango de 95% de confiabilidad.

B. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El estadístico a utilizar es ANOVA de un factor, asimismo el método Post Hoc y comparaciones múltiples con HSD de Tukey de ANOVA, se empleó este estadístico porque se está aplicando distintas dosis, es decir se comparará varios grupos, por lo cual se desea saber cuál es la dosis de cáscara de tuna que remueve mayor concentración de arsénico.

H₀: No existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las distintas dosis de cáscara de tuna.

H_a: Existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las distintas dosis de cáscara de tuna.

Tabla 15. Comparación de varianzas mediante ANOVA de un factor

ANOVA					
Concentración					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.002	3	.001	50.672	.000
Dentro de grupos	.000	8	.000		
Total	.002	11	.		

Siendo el Sig. (Bilateral) < 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación: Como se observa en la Tabla 15 existe diferencia entre los porcentajes de remoción con las diferentes dosis de cáscara de tuna. Por lo que se deduce que con las dosis de cáscara de naranja si se remueve la concentración de arsénico.

IV. DISCUSIÓN

Los bioadsorbente de las cáscaras de naranja, limón y mandarina, que fueron aplicadas en aguas superficiales del Río Chili, son eficientes para la remoción de arsénico y cromo por la pectina que contienen. El biosorbente más eficiente fue el de cáscara de naranja que obtuvo un porcentaje de remoción de 43,13% de arsénico y 17,65% de cromo; seguido por el de limón que logró remover el 40,89% de arsénico y 11,76% de cromo, por último, el de mandarina que removió un 43,64% de arsénico y un 71,95% de cromo. Por otro lado, AGUIRRE, Daisy (2017), menciona en su investigación que la cáscara de naranja como bioadsorbente en un efluente a pH de 5, se obtuvo una reducción de 12.21 mg/l de cadmio reduciendo a una concentración de 6.51 mg/l con un porcentaje de adsorción de 46.65% (Laura, 2018).

El biosorbente obtenido de la cáscara de tuna, se utilizó para extraer iones plomo (II) en un pH 4,5 y 6; con distintas dosis de biomasa de 0.05 y 0.25 g/L, obteniendo como resultado que el pH de remoción más adecuado es el pH 6 con una dosis de 0.05 g/ml de biomasa, logrando remover más del 98,5% de plomo II (González et al, 2015). Por otro lado, Miranda (2017) comparó 2 tipos de biomasa, la de Opuntia Ficus y Opuntia Wentiana, donde la mayor efectividad de remoción se obtuvo con la biomasa de Opuntia Ficus que llegó a remover 82.98% de arsénico; según nuestra investigación utilizando la misma biomasa como bioadsorbente se obtuvo una remoción del 97.5 % de Arsénico.

Según Hurtado (2019), el uso del hidroxilo y carboxilo de pectina del plátano remueve un 95.6% de metales pesados, entre este el arsénico teniendo una capacidad de adsorción positiva, pero comparándola con el porcentaje de remoción utilizada en nuestra investigación utilizando la pectina de tuna y naranja, según los resultados obtenidos, la cáscara de naranja remueve un 99.28 % y la cáscara de tuna un 97.5 % de arsénico, por lo que se demuestra que la mayor eficiencia de remoción de arsénico se obtuvo con el biosorbente de cáscara de naranja debido a sus propiedades y componentes.

Aguirre (2017), demostró que para lograr una mayor efectividad en la remoción de arsénico con biosorbente de cáscara de naranja se debe de aplicar mayor cantidad de biomasa. Respecto a nuestros resultados en laboratorio coincidimos con esta información puesto a que al trabajar con un efluente a pH 5 con distintas cantidades de biomasa (0.3g, 0.4g y 0.5g) se obtuvo como resultado que utilizado 0.5g de biomasa de cáscara de naranja remueve un 99.28% del metal pesado. Por otro lado, Saskatchewan et al (2000) menciona

que el pH óptimo para la adsorción de arsénico utilizando turba fue de 5,5 en el que se obtuvo una adsorción de As de 95.5 %. A comparación de los resultados de nuestra investigación que se realizó con distintos pH (4, 5, 6) se determinó que el pH óptimo para la remoción utilizando la cáscara de naranja es de pH 5, llegando a remover un 99.28 % de arsénico y utilizando biomasa de cáscara de la tuna el pH óptimo es de 5, llegando a remover un 97.5 % arsénico.

V. CONCLUSIONES

El tratamiento con los biosorbentes estudiados son una alternativa favorable y podrían ser utilizados para descontaminar arsénico de las aguas del Rio Rímac en el Distrito San Mateo. Los resultados mostraron que:

- El biosorbente de cáscara de naranja obtuvo una remoción de arsénico de 99.28% y el biosorbente de cáscara de tuna obtuvo una remoción de arsénico de 97.5%.
- La mejor dosis para la remoción de arsénico tanto para el biosorbente de cáscara de naranja como para el biosorbente de cáscara de tuna fue de 0.5 g/L.
- El mejor valor de pH para la remoción de arsénico empleando biosorbente de cáscara de naranja fue 5, mientras que el mejor valor de pH para la remoción de arsénico empleando biosorbente de cáscara de tuna fue 6.

VI. RECOMENDACIONES

- Comparar la eficiencia de remoción de arsénico con biosorbentes de cáscaras de naranja y limón.
- Realizar investigaciones sobre la eficiencia de remoción de arsénico con biosorbentes de cáscaras de tubérculos.
- Realizar la remoción de arsénico empleando dosis de biosorbente de cáscara de naranja a partir de 0.5g/L.
- Evaluar la remoción de arsénico considerando valores de pH 4, 6, 8, 10.
- Evaluar la remoción de arsénico considerando diferentes tiempos.

REFERENCIAS

ABDELKADER, Iddou [et al]. Biosorptive removal of lead (II) ions from aqueous solutions using *Cystoseira stricta* biomass: Study of the surface modification effect. *Revista Saudi Chemical Society*. [en línea]. Octubre 2010. N. °15. [Fecha de consulta 02 de agosto del 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610310001237>

ALCIVAR, Mariana y MOSQUERA, Jessica. Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el estero salado (Guayaquil). Tesis (Título Profesional de Biólogo). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2011. 71 pp. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/618/1/CONCENTRACION%>

ASHRAF, Ali, KHALID, Saeed y FAZAL, Mabood. Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent. *Revista Alexandria Engineering* [en línea]. Setiembre 2016. N.° 55. [Fecha de consulta 16 de Agosto del 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016816301259>

CETINKAYA, Sema [et al]. Comparative adsorption of Pb (II) and Cd (II) ions on chestnut shell in aqueous system. *Revista Chemistry and Ecology*. [en línea]. Mayo 2018. N. °7. [Fecha de consulta 03 de mayo del 2019]. Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02757540.2018.1472245?scroll=top&needAcc>

DEDAN, Esther [et al]. Effect of Cd (II) and Cu (II) On the Removal of Pb (II), From Aqueous Solution by Chemically Modified Fruit Waste Adsorbents. *Revista Chemical Engineering and Chemical Process*. [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta 05 de mayo del 2019]. Disponible en:

<https://dl4.globalstf.org/?wpsc-product=effect-of-cd-ii-and-cu-ii-on-the-removal-of-pb-ii-from-aqueous-solution-by-chemically-modified-fruit-waste-adsorbents>

GANG, Yu [et al]. Steam-treated CeO₂-ZrO₂/activated 49imoni fibers for the efficient removal of Pb (II) from aqueous solutions. *Revista Coloides y superficies A: aspectos*

fisicoquímicos y de ingeniería [en línea]. Abril 2019. N.º 566. [Fecha de consulta 27 de agosto del 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775719300093>

GARCÍA, Víctor [et al]. Estudio de la cinética de biosorción de iones plomo en pectina reticulada proveniente de cáscaras de cítricos. Revista Soc Quím Perú. [en línea]. Enero 2011. N.º 3. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n3/a02v77n3.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. México: Edición 6°. 2014. Pp. 634. Disponible en: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

HOMAIDAN, Ali [et al]. Potential use of green algae as a biosorbent for hexavalent chromium removal from aqueous solutions. Revista saudita de ciencias biológicas [en línea]. Diciembre 2018. N.º 25. [Fecha de consulta 16 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X18301724>

JYOTI, Saini, GARG, V y GUPTA, R. Green synthesized SiO₂@OPW nanocomposites for enhanced Lead (II) removal from water. Revista Árabe de Química. [en línea]. Junio 2018. [Fecha de consulta 11 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535218301308>

LAURA, Virginia. Estudio de la determinación de la actividad floculante en aguas provenientes del río chili conteniendo As y Cr tratados con pectina obtenidos a partir de la cáscara de naranja, limón y mandarina. Tesis (Maestra en Ciencias, con mención en Gerencia, Auditoria y Gestión Ambiental). Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2018. 137pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/6884/QUMLative.p>

LÓPEZ, [et al]. Determinación de la Capacidad de Adsorción de Plomo (II) en Mezclas de Cáscaras de Naranja y Limón Para la Elaboración de Prototipo de Biofiltro Como una Alternativa Para el Tratamiento de Aguas Contaminadas. Revista Química Ambiental. [en

línea]. 2016. N. ° 26. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2019]. Disponible en: http://sqm.org.mx/PDF/2017/memorias2017/08Memorias_QAMB.pdf ISSN: 2448-914

MARSHALL, Richard y ESPINOZA, Joao. Evaluación del poder biosorbente de las cáscaras de cítricos (Limón y Toronja) para eliminación de metales pesados; Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en aguas residuales sintéticas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Químico). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016. 114 pp. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18100/1/4011208%20%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20poder%20biosorbente%20de%20las%20c%C3%A1scaras%20de%20c%>

MOHAMMED, Fathy, MOHAMMED, ZAYED Y MOUSTAFA, Y. Synthesis and applications of CaCO₃/HPC core-shell composite subject to heavy metals adsorption processes. Revista Heliyon [en línea]. Agosto 2019. N.º 05. [Fecha de consulta 18 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584401935875X>

MOHAMMAD, Sayed [et al]. Removal of Pb (II) ions and malachite green dye from wastewater by activated carbon produced from lemon peel. Revista Química Nova. [en línea]. Junio 2014. N. °5. [Fecha de consulta 09 de mayo del 2019]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422014000500008

MOHAMMED, Thamer y IBRAHIM, Raheek. Remediation of Cu (II) from Well Water of Iraq by Using Cortex of Fruits and Agricultural Waste. Revista Arab science and engineering. [en línea]. Febrero 2016. N. °2. [Fecha de consulta 09 de mayo del 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281670115_Remediation_of_CuII_from_Well

PARI, Deyvi. Efectos de los relaves mineros en la calidad del agua del Río Ananea – Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrícola). Perú: Universidad Nacional del Antiplano, 2017. 98 pp. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7074?show=full>

PIZÓN, Martha y VERA, Luz. Modelamiento de la cinética de bioadsorción de Cr (III) usando cáscara de naranja. Revista Dyna. [en línea]. Diciembre 2009. N. °160. [Fecha de consulta 15 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49612068033>

RANE, N [et al]. Adsorption of Hexavalent Chromium from Wastewater by Using Sweetlime and Lemon Peel Powder by Batch Studies. Revista Waste Management and Resource Efficiency. [en línea]. Enero 2019. [Fecha de consulta 07 de mayo del 2019]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/327823662_Adsorption_of_Hexavalent_Chro

RAZAFSHA, Aysouda [et al]. Removal of Heavy Metals from Oryza sativa Rice by Sour Lemon Peel as Bio-sorbent. Revista Biomedical & Pharmacology. [en línea]. Junio 2016. N. °2. [Fecha de consulta 07 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://biomedpharmajournal.org/vol9no2/removal-ofheavy-metals-from-oryza-sativa-ricebysour-lemon-peel-as-bio-sorbe>

RINAUDO, Marguerite. Chitin and chitosan: Properties and applications. Revista Progress in polymer science. [en línea]. Julio 2006. N. °7. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079670006000530>

SUMALATHA, B [et al]. Experimental Investigation on Biosorption of Chromium from Aqueous Solution using Citrus 52imonium peel: Optimization of Process Parameters using Central Composite Design. Revista Research of Pharmacy and Technology. [en línea]. Diciembre 2018. N. °12. [Fecha de consulta 05 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2018-11-12-7>

SWETA, Mohan [et al]. Synthesis of CuO nanoparticles through green route using Citrus limon juice and its application as nanosorbent for Cr (VI) remediation: Process optimization with RSM and ANN-GA basyuaed model. Revista Process Safety and Environmental Protection. [en línea]. Mayo 2015. [Fecha de consulta 01 de mayo del 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277337764_Synthesis_of_CuO_nanoparticles_th_rough_green_route_using_Citrus_limon_juice_and_its_application_as_nanosorbent

TAM, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVERO, Ricardo. Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Revista de la Escuela de Posgrado. [en línea]. 2008. [Fecha de consulta 23 de mayo del 2019]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf

TEJADA, Candelaria [et al]. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Revista Tecnol [en línea]. Octubre 2014. N° 34. [Fecha de consulta 27 de agosto del 2019]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci>

TEJADA, Tovar, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Revista Tecno Lógicas. [en línea]. Octubre 2014. N. °34. [Fecha de consulta 15 de mayo del 2019]. Disponible en:

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

TOMUL, Fatma [et al]. Removal of Lead (II) from Water by AgroIndustrial by-Products Adsorbent. Revista Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. [en línea]. Setiembre 2018. [Fecha de consulta 09 de mayo del 2019]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/327731374_Removal

ANEXOS

Eficiencia de remoción de As utilizando cáscara de naranja y tuna en aguas del río Rímac, distrito San Mateo – 2019

Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de Medición / Unidades	
Independiente	Uso de la cáscara de naranja y tuna	La cascara de naranja y tuna son denominados como alternativas biotecnológicas para la remoción o eliminación de concentraciones de metales pesados como el arsénico y otros que se encuentran presentes en las aguas procedentes de las mineras. Estos al ser elementos fáciles de conseguir y de un costo cómodo son excelentes para el reaprovechamiento y tratamiento de efluentes mineros. (COZAR BASUALDO, MUCHA OSCANOVA, 2011).	Para evaluar la eficiencia de cada bioadsorbente (cáscara de naranja y de tuna), se varió el pH del efluente y la dosis de los bioadsorbente. Fue trabajado con 3 valores de pH y 3 valores de dosis para cada bioadsorbente.	pH	4	1-4	
					5		
					6		
				Dosis de bioadsorbente	Cáscara de naranja	0.3	g/ml
						0.4	
						0.5	
Cáscara de tuna	0.3						
	0.4						
	0.5						
Dependiente	Eficiencia de remoción de concentración de arsénico en aguas del Río Rímac - San Mateo	Existen un sin fin de maneras para poder eliminar o remover los metales pesados (plomo, manganeso, arsénico, cromo, hierro, etc.) mediante tratamientos físicos, químicos y biológicos con el objetivo de reducir las concentraciones que están presentes en los cuerpos de agua generado por las mineras. (COZAR BASUALDO, MUCHA OSCANOVA, 2011).	La concentración de As del efluente fue verificada mediante el porcentaje de remoción, tanto con cáscara de naranja como cáscara de tuna. Para ello, se realizaron análisis de absorción atómica en su prueba inicial como final (después de la aplicación de los bioadsorbente).	Porcentaje de remoción aplicando cáscara de naranja	$\%R = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100$ C _i =Concentración inicial del ion metálico. C _f =Concentración final ion metálico	%	
				Porcentaje de remoción aplicando cáscara de tuna			

Muestreo y parámetros físicos y químicos								
N° de muestra	Coordenadas UTM		Fecha	Hora de la toma de muestra	Volumen de la muestra	Parámetros a cuantificar		
	Este	Norte				Conductividad Eléctrica (μS/cm)	pH	Metal pesado Arsénico inicial (mg/L)




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

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308




Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez
 CIP: 23306
 DNI: 00844670

Control de Porcentaje de Remoción						
Bioadsorbente	pH	Concentración (g)	Volumen de solución (ml)	Arsénico		
				Concentración Inicial (Ci)	Concentración Final (Cf)	% de Remoción
Cáscara de tuna	4	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			
	5	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			
	6	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			
Cáscara de tuna	4	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			
	5	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			
	6	0,3	100			
		0,4	100			
		0,5	100			


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

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez
 CIP: 23306
 DNI: 00844670

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Castañeda Olivera Carlos Alberto
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Control del Porcentaje de Remoción
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: Daza Montesinos, Leydi Andrea / Gonzalez Retamozo, Richard/ Nicho Muñoz, Malirila Alexandra Rocio / Tolentino Martinez, Giampier Edgar

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.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

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:

95%

Lima, 22 de noviembre del 2019


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

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Castañeda Olivera Carlos Alberto
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Lima Norte
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Control del Porcentaje de Remoción
 1.5 Autor(a) de Instrumento: Daza Montesinos, Leydi Andrea / Gonzalez Retamozo, Richard/ Nicho Muñoz, Malirila Alexandra Rocio /Tolentino Martinez, Giampier Edgar.

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.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

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:

95%

Lima, 22 de noviembre del 2019


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

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO MORACIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE de LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **MUESTREO Y PARAMEROS FÍSICOS Y QUÍMICOS.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento:
 Daza Montesinos Leydi, Gonzales Retamozo Richard, Niño Muñoz Alexandra, Tolentino Martínez Gian

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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 27 de noviembre del 201


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25750
 DNI No. 0830671 Telf.: 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres:..... ARESTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
 5.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 5.3. Especialidad o línea de investigación:..... TECNOLOGÍA MINERAL Y AMBIENTAL
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CONTROL DE PORCENTAJE DE REMOCION
 5.5. Autor(A) de Instrumento:

Daza Montesinos Leydi, Gonzales Retamozo Richard, Nicho Muños Alexandra, Tolentino Martínez Gian

VI. 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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			


VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 27 de noviembre del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25450
 DNI No. 0830637 Telf.: 994142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO
 5.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE E INVESTIGADOR UCV LIMA NORTE
 5.3. Especialidad o línea de investigación: TRACLOGÍA MINERAL y Ambiental
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CONTROL DE PORCENTAJE DE REMOCION
 5.5. Autor(A) de Instrumento:
 Daza Montesinos Leydi, Gonzales Retamozo Richard, Nicho Muños Alexandra, Tolentino Martínez Gian

VI. 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.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 26 de Noviembre del 2019

Jhonny Wilfredo P.
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 79862
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE E INVESTIGADOR / UCV LIMA NORTE
 1.3. Especialidad o línea de investigación: TECNOLOGÍA MINERAL Y AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MUESTREO Y PARAMEROS FÍSICOS Y QUÍMICOS.
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

Daza Montesinos Leydi, Gonzales Retamozo Richard, Nicho Muñoz Alexandra, Tolentino Martínez Gian

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.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 26 de Noviembre del 201 9

Jhonny Wilfredo P

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP. 79862

DNI No. Telf:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA

SOLICITADO POR : LEYDI DAZA MONTESINOS
Procedencia de muestra : Río San Mateo – Alto Rimac
Recepción de muestra : Lima, 15 de Octubre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRA

Muestra	As(mg/L)
Muestra inicial	0.84

Método Analítico : Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 17 de Octubre del 2019

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

ANALISIS DE ARSÉNICO EN MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : LEYDI DAZA MONTESINOS
Procedencia de muestras : Río Rímac – Distrito de San Mateo
Muestras tratadas
Recepción de muestras : Lima, 25 de noviembre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS

	Muestras	As(mg/L)
1	Muestra + naranja con pH 4 (0.3gr)	0.029
2	Muestra + naranja con pH 4 (0.4gr)	0.025
3	Muestra + naranja con pH 4 (0.5gr)	0.022
4	Muestra + naranja con pH 5 (0.3gr)	0.016
5	Muestra + naranja con pH 5 (0.4gr)	0.009
6	Muestra + naranja con pH 5 (0.5gr)	0.006
7	Muestra + naranja con pH 6 (0.3gr)	0.027
8	Muestra + naranja con pH 6 (0.4g)	0.024
9	Muestra + naranja con pH 6 (0.5g)	0.013
10	Muestra + tuna con pH 4 (0.3gr)	0.038
11	Muestra + tuna con pH 4 (0.4gr)	0.035
12	Muestra + tuna con pH 4 (0.5gr)	0.032
13	Muestra + tuna con pH 5 (0.3gr)	0.036
14	Muestra + tuna con pH 5 (0.4gr)	0.029
15	Muestra + tuna con pH 5 (0.5gr)	0.027
16	Muestra + tuna con pH 6 (0.3gr)	0.034
17	Muestra + tuna con pH 6 (0.4gr)	0.025
18	Muestra + tuna con pH 6 (0.5gr)	0.021

Método de análisis: Espectrometría de Absorción Atómica
Lima, 29 de noviembre del 2019



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

Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál de los bioadsorbentes de cáscara de tuna o cáscara de naranja tiene mayor eficiencia en la remoción de As en las aguas del Río Rímac Distrito San Mateo 2019?	Comparar la eficiencia de los bioadsorbentes de cáscara de tuna y de cáscara de naranja para la remoción de concentración de Arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019	La cáscara de naranja tiene eficiencia mayor a un 96%, en comparación de la cáscara de tuna, para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019 y las hipótesis específicas	Variable independiente 1: Eficiencia de la cáscara de naranja	Propiedades físicas y químicas	pH
				Dosis del bioadsorbente	Concentración de cascara de naranja Concentración de cascara de Tuna
			Variable independiente 2: Eficiencia de la cáscara de tuna	Propiedades físicas y químicas	pH
				Dosis del bioadsorbente	Concentración de cascara de naranja Concentración de cascara de Tuna
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Variable dependiente: Remoción de Arsénico	Remoción de Arsénico	$\% \text{ remoción} = \frac{ci - cf}{ci} \times 100$ <p>CI=Concentración inicial del ion metálico. CF=Concentración final ion metálico</p>
¿Cuál es el mejor valor de pH de trabajo del bioadsorbente de cáscara de naranja y cáscara de tuna para la remoción de As en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019?	Determinar la mejor dosis de las cáscaras de naranja y tuna para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019.	La concentración ideal de estas cáscara de naranja para la remoción de As (arsénico) es de 4g/l en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019.			
¿Cuál es la mejor dosis de bioadsorbente de cáscara de naranja y cáscara de tuna para la remoción de arsénico en el Río Rímac Distrito San Mateo 2019?	Determinar el mejor valor de pH de trabajo del bioadsorbente de cáscara de naranja y tuna para la remoción de As en el efluente del Río Rímac Distrito San Mateo 2019.	La concentración ideal de cáscara de tuna para la disminución de concentraciones de arsénico es de 5g /l en el río de San Mateo 2019. Asimismo, el mejor valor de pH de la solución es de 5 en el río Rímac, distrito de San Mateo 2019.			