



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Título de la Tesis

**Dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con
valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de
laboratorio, 2021**

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

AUTORES:

Condor Alfaro, Felipa Isabel (ORCID:0000-0003-0936-6247)

Vega Rojas, Saouri Mirella (ORCID: 0000-0001-6911-2703)

ASESOR:

Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé (ORCID: 0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los recursos naturales

HUANCAYO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza; a nuestros padres quienes han puesto toda su confianza para lograr un objetivo más en nuestras vidas

AGRADECIMIENTO

A nuestra familia, a la universidad por brindarnos la oportunidad de poder llegar a nuestro objetivo, a nuestra asesora Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé por su paciencia y dedicación; así mismo por compartir sus conocimientos que fueron de gran ayuda para culminar nuestro trabajo. A todos ellos les brindamos nuestros profundos respetos y agradecimiento

Índice de Contenidos

Carátula	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
3. METODOLOGIA	22
3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación	22
3.2. Variables y Operacionalización	22
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimiento	25
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos	37
4. RESULTADOS	38
4.1. Grupos funcionales en las valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>)	38
4.2. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico y masas de valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>).	39
4.3. Modelo de isoterma y cinética de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>).	44
5. DISCUSIÓN	56
5.1. Grupos funcionales en las valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>)	56

5.2. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico.	56
5.3. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico y masas de valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>).	57
5.4. Modelo de isoterma y cinética de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>).	58
6. CONCLUSIONES	61
7. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	75
Anexo N° 1. Declaración de originalidad del asesor	75
Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables	76
Anexo N° 3. Instrumentos	76
Anexo N° 4. Validación de instrumentos	82
Anexo N° 5. Reportes de Laboratorio	94
Anexo N° 6. Resultado del porcentaje de similitud según el Turniting	96

Índice de tablas

Tabla 1	Composición del caparazón del caracol.	15
Tabla 2	Cuatro etapas de la arsenicosis en la salud humana.	16
Tabla 3	Validación de instrumentos	24
Tabla 4	Remoción del As(III) – Laboratorio SLab.	39
Tabla 5	Comparación de los análisis en diferentes laboratorios.	39
Tabla 6	Remoción del As(III) - R1	40
Tabla 7	Remoción del As(III) – R2	41
Tabla 8	Remoción del As(III) – R3	42
Tabla 9	Datos para la cinética de adsorción.	44
Tabla 10	Cálculos de la cinética de primer orden.	45
Tabla 11	Cálculos de la cinética de segundo orden.	46
Tabla 12	Datos para las isothermas de adsorción.	47
Tabla 13	Datos para la isoterma de Langmuir	47
Tabla 14	Datos para la isoterma de Freundlich	48
Tabla 15	Constantes de Freundlich y Langmuir	49
Tabla 16	Análisis de varianza de la remoción de As(III)	50
Tabla 17	Comparación de Tukey para la concentración de arsénico (III).	53
Tabla 18	Comparación de Tukey para la masa de valva de caracol.	54
Tabla 19	Comparaciones de autores y Tesista.	60

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 caracol terrestre africano gigante (<i>Achatina Fulica</i>)	13
Figura 2 Cuadro comparativo del caracol nativo y el gigante.	14
Figura 3 estructura de As (III) y As (V)	16
Figura 4 Representación gráfica de los posibles mecanismos de inmovilización de As en la superficie de biocarbón modificado.	21
Figura 5 Etapas para el procedimiento experimental.	25
Figura 6 Medición de 2.5 mL de H_3AsO_3 .	26
Figura 7 Llenado de agua destilada a la fiola de 1 L	26
Figura 8 Aforado de fiola de 1 L con la solución madre de 2.5 ppm	27
Figura 9 Solución madre de 2.5 ppm	27
Figura 10 Lugar de recojo de caracoles.	28
Figura 11 Recojo de caracoles.	29
Figura 12 Caracoles africanos.	29
Figura 13 Lavado de caracoles africanos.	30
Figura 14 Secado de los caracoles africanos.	31
Figura 15 Molido de los caracoles africanos	31
Figura 16 Secado de los caracoles africanos en un horno.	32
Figura 17 Retiro de los caracoles africanos del horno.	32
Figura 18 Tamizado del caracol africano.	33
Figura 19 Secado de la masa de caracol africano tamizado.	33
Figura 20 Activación del carbón con ácido ortofosforico.	34
Figura 21 Activación química de la valva de caracol africano.	34
Figura 22 Carbón activado de valva de caracol africano	34
Figura 23 Pesado de las masa de valva de caracol africano	35
Figura 24 Concentraciones de arsénico (III)	35
Figura 25 Interacción de la masa de valva de caracol y las concentraciones de arsénico (III)	36
Figura 26 Agitación a 200 rpm	36
Figura 27 FTIR de la valva de caracol africano.	38
Figura 28 Remoción de As (III) – R1.	41
Figura 29 Remoción de As (III) – R2.	42
Figura 30 Remoción de As (III) – R3.	43
Figura 31 Remoción de As (III) – R3.	44

Figura 32 Cinética de primer orden.	45
Figura 33 Cinética de segundo orden.	46
Figura 34 Ecuación de Langmuir.	47
Figura 35 Ecuación de Freundlich.	48
Figura 36 Probabilidad de la remoción de arsénico (III).	51
Figura 37 Pareto para la remoción de arsénico (III).	52
Figura 38 Grafica de cajas para las diferentes concentraciones de arsénico (III).	53
Figura 39 Grafica de cajas para las diferentes masas de valva de caracol	54

RESUMEN

El arsénico elemento químico, conocido también como: el rey de los venenos. Se encuentra en todas partes como: las rocas, suelo, atmosfera y agua potable. Por tal motivo se estudió la dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*). Se manejó concentraciones de arsénico (III) de 1 mg/L, 2 mg/L y 4 mg/L y masas de valva de 0.2 g, 0.3 g y 0.4 g mediante un diseño factorial. La mayor remoción de arsénico (III) fue de 83 % a una masa de valva de caracol africano (*Achatina Fulica*) de 0.4 g y 2 mg/L de concentración de arsénico (III). Los resultados se ajustaron a una cinética de segundo orden, debido que la concentración inicial teórica fue de 1.964 mg/L, la cual se acerca más a la concentración experimental de 2 mg/L y la isoterma de adsorción fue el modelo de Langmuir donde tuvo un R^2 de 0.9884 y una capacidad de adsorción de 1.5214 mg/g. El análisis FTIR mostro grupos funcionales significativos de O-H, N-H y C=O.

Palabras clave: Isoterma de Langmuir, Freundlich, cinética, adsorción, arsénico.

ABSTRACT

The chemical element arsenic, also known as the king of poisons, is found everywhere such as: rocks, soil, atmosphere and drinking water. For this reason, the adsorption dynamics of arsenic (III) with valves of the African snail (*Achatina Fulica*) was studied. Arsenic (III) concentrations of 1 mg/L, 2 mg/L and 4 mg/L and masses of leaflet of African snail (*Achatina Fulica*) of 0.2 g, 0.3 g and 0.4 g were handled through a factorial design. Arsenic (III) removal was 83% at an African snail (*Achatina Fulica*) valve mass of 0.4 g and a 2 mg/L concentration of arsenic (III). The results were adjusted to second order kinetics since the calculated adsorption capacity was 1,964 mg/L which is closer to those determined from 2 mg/L experiments. and the adsorption isotherm was the Langmuir model where it had an R^2 of 0.9884 and an adsorption capacity of 1.5214 mg/g. The FTIR analysis showed significant functional groups of O-H, N-H and C=O.

Keywords: Langmuir isotherm, Freundlich, kinetics, adsorption, arsenic.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que van pasando los años el medio ambiente va afrontando serios problemas de contaminación por presencia de metales pesados que provienen de la minería existente (Alvarez y Veli 2014). Y también a desechos industriales que en la actualidad nos afectan a cada uno de nosotros. Debido a esta problemática la remoción de metales pesados se ha vuelto un estudio muy relevante para la población (Li, Yue y Gao 2010), en muchos estudios se han utilizado diversos materiales, los cuales son relevantes para identificar cuál de ellos es más eficiente, de bajo costo y considerablemente practico para la desorción del metal pesado (Trelles 2013). La Dirección Regional de Salud Junín (DIRESA) Junín en el 2016, realizo un estudio a través de Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), y comunico que al evaluar los distritos del departamento de Junín en el año 2006 se reconoció que el 39 % no tiene agua de buena calidad. (Tejada, Villabona y Ruiz 2015).

Entre los metales pesados más contaminantes se encuentra el arsénico (III), por sus grandes efectos que causa al estar en contacto con las personas, y no solo son perjudiciales para los seres humanos, sino también para todos los seres vivos que habitan en los ecosistemas, ya que el arsénico no solo se encuentra en el agua sino también en el suelo y aire (Rivera y Piña 2005). El arsénico puede generar cambios de pigmentación y es precursor al cáncer de la piel. Por ello cada vez más se están incrementado estudios para la remoción de dicho metal como la comparación que hizo Odoemelam en su trabajo de investigación comparo tres tipos de caparazones de conchas de ostras, caracoles y bígaro siendo el más efectivo el del caracol (Odoemelam y Eddy 2009).

Ante estas situaciones, se plantea remover el arsénico por el método de adsorción ya que es una técnica muy resaltante en cuanto a su capacidad de remoción. Se estudia la cinética de desorción de arsénico que es el proceso inverso a la adsorción para no solo remover el metal pesado del agua sino también reutilizar al adsorbente si es necesario y recuperar al metal para ser desechado o también reutilizarlo (Tejada, Villabona y Ruiz 2015).

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se plantea el siguiente problema general: ¿Cuál es el modelo de isoterma y cinética que mejor describe a la

dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021? También se plantean las siguientes interrogantes específicas: ¿Qué grupos funcionales contiene la valva de caracol africano (*Achatina Fulica*) para adsorber el arsénico (III) en agua a nivel de laboratorio, 2021?, ¿Cómo es la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua a diferentes concentraciones, al emplear valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021? y ¿Cómo es la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, al emplear diferentes concentraciones de masa de valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021?

La justificación ambiental, pretende mitigar la contaminación de aguas por arsénico ya que se ha ido acrecentando a lo largo del tiempo y cada vez son más las personas que son afectadas por este metal pesado en el agua, siendo un elemento altamente toxico que causa preocupación, estando clasificado como un carcinógeno humano. El arsénico está catalogado entre las 10 sustancias más dañinas, situándose en la posición número uno (Li, Yue y Gao 2010).

En estudios acerca de adsorción se usan diferentes absorbentes, como el carbón activado, la alúmina, otras arcillas y materiales naturales, etc., en este caso se utilizó la concha del caracol africano, en vista que esta técnica no afecta a la salud de los seres vivos, ni la seguridad del ecosistema. El caracol que se utilizó en este estudio no es beneficioso para el medio ambiente debido a que estos caracoles transmiten parásitos y bacterias, su baba causa graves enfermedades al sistema nervioso, desplaza a especies nativas y causa daños irreparables a los ecosistemas y acaba con cultivos generando pérdidas económicas grandes, su alimentación es variada y diversa, incluyendo basura o heces fecales; por lo que al estar el ser humano en contacto con ellos podrían contraer enfermedades. El uso del caparazón del caracol permite dar valor a esta especie y al mismo tiempo permite resolver el problema de contaminación del agua.

Esta investigación, tuvo como finalidad dar a conocer una nueva forma de desarrollar un estudio de la cinética de adsorción del arsénico (III) utilizando como adsorbente a la valva del caracol, sabiendo que dicho molusco no contribuye con el medio ambiente, sino que lo daña. Esta investigación se enfoca

en adsorber el metal pesado de las aguas contaminadas y desecharlo, estudiar de ello, su cinética a nivel laboratorio con la meta de dar conocer que la biomasa que utilizamos como adsorbente, no solo puede ser desechado al primer uso, sino que también se puede extraer el metal pesado de la materia y volver a reutilizarlo como adsorbente una vez más. Esta investigación es viable ya que se puede conseguir todo lo necesario para su experimentación a nivel laboratorio.

El objetivo general de la investigación se define como: Determinar el modelo de isoterma y cinética que mejor describa a la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021. Asimismo, los objetivos específicos son: Identificar los grupos funcionales que se encuentran presentes en las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) para adsorber el arsénico (III) en agua a nivel de laboratorio, 2021, determinar la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua a diferentes concentraciones de arsénico (III), al emplear valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021. y determinar la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, a diferentes de masas de valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021.

La hipótesis general de la investigación es: el modelo de Langmuir y la cinética de segundo orden describen mejor la dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) en aguas sintéticas a nivel laboratorio, 2021. Asimismo, las hipótesis específicas son: Los grupos funcionales amino e hidroxilo se encuentran presentes en las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*), concentraciones mínimas de la muestra de arsénico (III) hace más factible la dinámica de adsorción en agua usando valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021. y elevadas cantidades de valvas de caracol (*Achatina Fulica*) mejora la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua a nivel de laboratorio, 2021.

2. MARCO TEÓRICO

El agua es un líquido de vital importancia para la salud, pero al tener presencia de arsénico ya se torna con un aspecto negativo. Como mencionan Rivera y Piña (2005) en su trabajo sobre el tratamiento de agua para la remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada, presentan la utilización de un material adsorbente natural que es la zeolita, a la cual le hizo un recubrimiento de óxido de hierro, a partir del FeCl_3 . Esta aplicación proporciona una alternativa de bajo costo y fácil de operar, debido a que el material adsorbente tiene las propiedades de tener un intercambio de cationes y a la vez un excelente soporte de óxidos. Utilizaron aguas que contenían un 0.5 mg/L de arsénico, tratándose hasta 212 L/L de lecho, obtuvieron un resultado favorable de una concentración de arsénico final de 0.045 mg/L establecido en la modificación a la norma NOM127-SSA1-1994.

Según Wang et al. (2018), evaluaron la cinética de adsorción de As (III) y As (V) en sedimentos naturales y la cinética de liberación de fósforo en el proceso de resuspensión de sedimentos. Se han estudiado varios factores ambientales, como la velocidad de agitación, el pH y la concentración inicial de arsénico, que involucran la absorción de arsénico y la liberación de fósforo. Los resultados muestran que existe una correlación significativa entre la cantidad de intoxicación por arsénico y la cantidad de fósforo total liberado. (TP) ($R^2 = 0.9661$ para As (III) y TP; $R^2 = 0.8336$ para As (V) y TP). También se ha demostrado que una gran cantidad de As (III) o As (V) provoca accidentalmente la liberación de fósforo, y este efecto es para el sistema As (V) en el As (V) en la versión TP. En condiciones de liberación de fósforo afectadas, las isotermas de As (III) y As (V) se ajustaron bien mediante el modelo de Langmuir ($R^2 = 0.9363$ para As (III) y TP; $R^2 = 0.9251$ para As (V) y TP). El pH ácido y alcalino son beneficiosos para la liberación de TP e inhiben la adsorción de As (III), mientras que un pH más alto conduce a una disminución en la adsorción de As (V). Una mayor velocidad de agitación conduce a una mayor liberación de TP, pero su influencia en la adsorción de arsénico es más complicada. El modelo pseudo-secundario se ajusta bien a la cinética de adsorción del arsénico, pero las condiciones extremas de pH conducen a diferentes patrones de cinética de liberación de fósforo.

Según Foroutan et al. (2019), estudiaron los efectos de los parámetros (pH inicial, tiempo de contacto, dosis y temperatura) sobre la eficiencia y el comportamiento del proceso de adsorción de arsénico (V). Se analizó el modelo Freundlich ($R^2 = 0.945$ y 0.989), Langmuir ($R^2 = 0.922$ y 0.931), Langmuir modificado ($R^2 = 0.921$ y 0.929) y Dubinin-Radushkevich ($R^2 = 0,706$ y $0,723$) para evaluar los datos de adsorción del arsénico (V) proceso de adsorción por arcilla natural y compuesto de arcilla/Fe-Mn, respectivamente. Se tuvo una capacidad de adsorción 86.86 mg/g y 120.70 mg/g, respectivamente. El proceso de adsorción de arsénico (V) siguió el modelo de pseudo-segundo orden.

De acuerdo a Chowdhury y Yanful (2010), los resultados del estudio mostraron una absorción de arsénico y cromo del 96 % al 99 % en condiciones de pH controlado. Cuando la concentración inicial de los dos arsénicos se mantiene en 1.5 mg/L, la máxima adsorción de arsénico ocurre a pH 2, el valor de arsénico (III) es 3.69 mg/g, el valor de arsénico (V) es 3.71 mg/g cromo (VI). La concentración fue de 2.4 mg/g a pH 2, y la concentración inicial de cromo (VI) es de 1 mg/L. Por lo tanto, las nanopartículas de magnetita y maghemita pueden adsorber fácilmente arsénico y cromo en el rango de pH ácido. El potencial redox y los datos de pH ayudan a inferir las principales especies y estados de oxidación posibles del arsénico y el cromo en la solución. Los resultados también muestran que en presencia de aniones competidores (como el fosfato), las mezclas de magnetita-magnetita a nanoescala limitan la absorción de arsénico y cromo. A una concentración de adsorbente fija de 0.4 g/L, la absorción de arsénico y cromo disminuyó con el aumento de la concentración de fosfato. Las partículas mixtas de magnetita-magnetita a nanoescala adsorben menos del 50 % del arsénico del agua sintética que contiene más de 3 mg/L de fosfato y 1.2 mg/L de concentración inicial de arsénico, mientras que se adsorben del agua sintética que contiene más de 5 mg. El cromo es menor de 50 %, fosfato y 1.0 mg/L de cromo (VI). En aguas subterráneas naturales que contienen más de 5 mg/L de fosfato y 1.13 mg/L de arsénico, la tasa de absorción de arsénico es inferior al 60 %.

Según Lorena y Ernesto (2014), estudiaron la influencia del pH y tiempo de contacto en la dinámica de adsorción, donde utilizaron soluciones acuosas de arsénico preparado a una concentración de 0.05 mg/L. los niveles favorables que

obtuvieron fueron pH 5,5 y un tiempo de 12 horas. El porcentaje de remoción de arsénico que alcanzaron fue de 89 %. Dichos análisis lo realizaron mediante la técnica de adsorción atómica por generación de hidruros. Seguidamente estudiaron la remoción de arsénico de un manantial de Quero, a las mismas condiciones favorables donde se obtuvo un porcentaje de remoción del 97.5 %. Concluyeron que lo propuesto en su trabajo de investigación es una alternativa viable para tratar el agua de manantial que se encuentren contaminadas con el arsénico.

De acuerdo a Li, Yue y Gao (2010), investigó la cinética de adsorción del ácido húmico (HA) sobre Cu (II) y Zn (II) en solución acuosa en diferentes condiciones. Los resultados muestran que el HA es efectivo en la adsorción de metales pesados y su rango de pH efectivo es superior a 6. La adsorción no es única y depende del pH de la solución. Los datos experimentales concuerdan con el modelo cinético de pseudo-segundo orden con capacidad de adsorción, que es el más cercano a los resultados medidos. El aumento de la concentración inicial de adsorbato (1 mg/L-4 mg/L) y la temperatura (283 K-303 K) es beneficioso para el proceso de adsorción. Sobre la base de experimentos de desorción, se demuestra además que la principal fuerza de adsorción es la formación de complejos entre los ligandos orgánicos en la superficie del HA y los iones metálicos. Las tasas de desorción de Cu son del 50 % y las tasas de desorción de Zn son del 30 %.

En vista de la creciente tasa de contaminación por plomo resultante de la descarga de efluentes que contienen plomo por parte de las industrias al medio ambiente, Odoemelam y Eddy (2009), este estudio se llevó a cabo para investigar la eliminación de Pb^{2+} de soluciones acuosas por conchas de ostras, caracoles y bígaro. El estudio reveló que estos materiales son buenos adsorbentes que se pueden utilizar para eliminar el Pb^{2+} de la solución acuosa, debido al contenido de materia orgánica. Se encontró que la adsorción de Pb^{2+} por conchas de ostras, caracoles y bígaro se ajustaba a los modelos clásicos de isothermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Temkin. Las consideraciones termodinámicas indican que la adsorción de Pb^{2+} por estos materiales es espontánea y procede por adsorción química.

Estudiaron la adsorción de Cr (VI) a partir de biomasa residual: bagazo de palma y cáscaras de ñame, según Tejada, Villabona y Ruiz (2015), estudiaron la modificación con ácido cítrico de las biomásas. Para determinar el metal en solución hicieron uso del método de la 1,5 – difenilcarbazida. Luego de realizar las pruebas experimentales realizaron un análisis de FTIR en donde encontraron grupos hidroxilo y carbonilo presentes en los adsorbentes, los cuales son los mayores contribuyentes al tratamiento de remoción. Además, la modificación mejoró la eficiencia del metal de acuerdo a la isoterma de Langmuir de 13 mg/g a 4 mg/g en el caso del bagazo y para el caso de la cascara de ñame tuvo una eficiencia de 22 mg/g a 26 mg/g. las condiciones óptimas que obtuvieron fueron de un pH 2 y tamaño de partícula de 1 mm con un modelo de Elovich que mejor describe a la dinámica de adsorción.

Tejada, Ortiz y Garces (2015), Esta investigación compara la factibilidad y viabilidad de las capacidades de adsorción de Hg (II) de las cáscaras modificadas con ácido cítrico de yuca y limón. Los resultados muestran que, en comparación con el limón, la cáscara de yuca modificada tiene una mejor capacidad de adsorción. Los modelos cinéticos más adecuados para los datos experimentales son los dos modelos de pseudo-segundo orden y el modelo de Elovich para modificar la biomasa. Esto significa que el mecanismo que controla la adsorción es una reacción secundaria, lo que también indica que el área catalítica del adsorbente no es uniforme; y la isoterma de Freundlich describe mejor el proceso de adsorción. En conclusión, es posible el uso de material de desecho para la remoción de Hg (II). sugieren el estudio de modificaciones químicas para mejorar los porcentajes de adsorción.

Álvarez et al. (2003), estudiaron el proceso de adsorción del arsénico en tres tipos de suelos de cultivo. Realizaron un estudio cinético antes que muestra que el proceso de la dinámica de adsorción es rápido en la primera fase, logrando así el equilibrio en pocas horas. Con respecto a las isotermas de adsorción observaron que cuenta con una fracción ligada irreversiblemente, hecho que tiene relación con la elevada histéresis, concluyendo que se evidencia un proceso de desorción. Estos cambios fueron producto del intervalo de temperatura que manejaron siendo de 10 °C a 25 °C. evaluaron la presencia de otros iones, dando como resultado que la presencia de fosforo disminuye la

adsorción de arsénico, mientras que el nitrato mostro el efecto adverso. La presencia de cloruros y sulfatos no mostro ninguna alteración en el proceso de adsorción.

Inam et al. (2012), realizaron estudios de la temperatura ambiente en función del pH, concentración inicial de los metales y tiempo de contacto. Los mejores datos se observaron para Fe (II), Cr (VI) y Pb (II) a pH 2, 5 y 6, respectivamente. La eficiencia de eliminación de adsorción aumenta proporcionalmente al tiempo de contacto, pero disminuye a medida que aumenta la concentración del metal de prueba. Se utilizaron las isothermas de Langmuir y Freundlich para modelar el proceso, y se encontró que Langmuir $R^2 > 9.5$ con valor $R_L < 1$ tiene buena aplicabilidad. La cinética de pseudo-segundo orden proporciona el mejor ajuste para los datos experimentales, y el valor calculado de q_e es casi igual al valor experimental.

De acuerdo a Sunday y Magu (2017), tuvo como objetivo investigar los contenidos metálicos de los polvos de concha de caracol (*Achatina Fulica*) descascarados y sin desgranar. Los caracoles fueron recolectados y tratados de acuerdo con la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Material (ASTM D482-91). Se determinó de K, Na, Ca, Mg, Zn y Fe en polvo de concha de caracol sin cáscara y con cáscara. El resultado mostró que la concentración de metales en el polvo de concha de caracol sin cortar era más alta que la del polvo de ceniza. Las diferencias en la concentración de los metales se relacionaron con el efecto de la incineración en la formación de silicatos de los metales a alta temperatura (800 °C). A temperaturas muy altas, el Ca (en forma de carbonato cálcico) tenía una concentración muy alta tanto en el polvo de concha de caracol sin cortar como en el ceniciento. Esto indica que el polvo de concha de caracol se puede utilizar como relleno en la industria del papel para mejorar la opacidad del papel o en la industria cosmética como polvo facial.

Según Hossain y Aditya (2015), utilizaron cadmio como metal modelo, se evaluó el potencial de biosorción de metal del polvo de concha de caracol de agua dulce (*Lymnaea luteola*). Se estableció un modelo de red neuronal artificial (ANN) para representar el proceso de biosorción en diversas condiciones. En las mejores condiciones, el polvo de cáscara de luteola (LSD) mostró una capacidad de

biosorción de 20,00 mg g⁻¹ a pH 6. El ajuste de los datos de adsorción de equilibrio a Langmuir ($R^2 = 0.997$) es mucho mayor que el ajuste a la ecuación de Freundlich ($R^2 = 0.790$). La cinética del proceso de biosorción sigue el modelo de pseudo-segundo orden ($R^2 = 0.998$), que es mejor que el modelo de Lagergren ($R^2 = 0.835$). El estudio EDX confirmó además la adsorción de LSD en cadmio, y los resultados experimentales son muy consistentes con el modelo de predicción de biosorción basado en el modelo ANN ($R^2 = 0.924$).

El Pb²⁺ se considera un contaminante altamente tóxico en medios acuáticos. De acuerdo a Edokpayi et al. (2015), el quitosano biopolímero sintetizado a partir de conchas de caracoles tiene el potencial de eliminar metales pesados de soluciones acuosas.. Los experimentos se llevaron a cabo en el rango de concentración inicial de Pb²⁺ de 1 mg/L - 50 mg/L a 298 K. Se investigaron y optimizaron los efectos del pH, la dosis de adsorbente y el tiempo de contacto sobre la propiedad adsorbente del adsorbente. Se utilizaron espectrómetros de infrarrojos por transformada de Fourier (FT-IR) y de fluorescencia de rayos X (XRF) para caracterizar el quitosano derivado. Utilizo modelos de isothermas de adsorción de Langmuir y Freundlich para analizar los datos experimentales obtenidos. El modelo de Langmuir y el modelo cinético de pseudo-segundo orden describen completamente la adsorción y la cinética del proceso, y los coeficientes de regresión son 0.99 y 1.00, respectivamente. El hidróxido de sodio es un mejor agente de desorción que el ácido clorhídrico y el agua desionizada. De los resultados obtenidos se puede concluir que los biopolímeros sintetizados a partir de conchas de caracoles tienen el potencial de eliminar el Pb²⁺ en soluciones acuosas.

De acuerdo a Castañeda et al. (2012), investigaron la capacidad de biosorción y desorción de caracol de agua dulce tratada previamente, *Melanoides tuberculata* Muller (Familia Thiaridae), conchas como un biosorbente para la eliminación del plomo (Pb⁺²) de las aguas residuales simulado y su capacidad para ser regenerado después del proceso. La biosorción se llevó a cabo como una función del tiempo de contacto e inicial Pb⁺² concentración a pH 5,5. Desorción de Pb⁺² Del biosorbente se realizó utilizando HCl 0,1 M en varios tiempos de contacto. El ciclo de la biosorción y desorción se realizó hasta que se agotó el biosorbente, en un intervalo de temperatura de 27 °C - 30 °C. El Pb⁺²concentration antes y

después de cada proceso se midieron a través de espectrofotómetro de absorción atómica de llama (FAAS). Los resultados del estudio mostraron que estima el tiempo de contacto óptimo para la biosorción y desorción de Pb^{+2} se vio en 80 min y 60 min, respectivamente, basado en la eficiencia media por ciento. Linealidad para los dos modelos de isothermas de adsorción era baja por lo tanto los resultados no pueden ser descritos por cualquiera de las isothermas de Langmuir y Freundlich. La biosorción usando conchas de caracol siguió una pseudo velocidad de segundo orden de la reacción tiene un valor de R^2 de ≥ 0.99 , aunque para la desorción los datos no eran concluyentes de que el orden de la reacción se sigue. Con base en los datos y resultados obtenidos, pretratadas conchas de caracol de agua dulce son biosorbentes potenciales para Pb^{+2} aguas residuales contaminadas y se pueden regenerar después de 2 ciclos de adsorción.

Según Zumdahl (2020), el agua es una sustancia compuesta por los elementos químicos de hidrógeno y oxígeno, y existe en forma gaseosa, líquida y sólida. Es uno de los compuestos más abundantes y esenciales. Es un líquido inodoro e insípido a temperatura ambiente, tiene una importante capacidad para disolver muchas otras sustancias. De hecho, la versatilidad del agua como disolvente es fundamental para los organismos vivos. Se cree que la vida se originó a partir de soluciones acuosas de los océanos del mundo, mientras que los organismos vivos dependen de soluciones acuosas, como la sangre. Y jugo digestivo para procesos biológicos.

Según Akinwekomi et al. (2016), los metales pesados se originan en la minería y otras industrias de suma importancia. A diferencia de otros sectores, el negocio minero depende completamente de la ubicación de los minerales, por lo que solo hay opciones limitadas para mitigar y adaptarse al impacto del agua o la calidad del agua en la zona.

Por lo tanto, Oyewo et al. (2020), Señale que la mayor amenaza para los recursos hídricos y la ciencia del suelo proviene de las emisiones de las minas que se ha descubierto que están contaminadas por metales pesados. Los metales pesados (hierro y sulfato) están inevitablemente presentes en el entorno de la mina, porque los minerales están saturados a nivel mundial (especialmente

en Sudáfrica). Otros metales comunes que se pueden encontrar en las ubicaciones de las minas son Cd, V, Cu, Al, Cr, Hg, Pb, Zn y Ni. Por lo tanto, el creciente proceso de industrialización y urbanización ha incrementado constantemente la demanda de estos metales porque son principalmente materiales básicos en algunos productos.

Kumar et al. (2019), señala que las continuas evaluaciones que realizan muchos organismos reguladores se deben a que ciertos metales pesados continúan superando la concentración permisible cuando se descargan, aunque los investigadores han hecho todo lo posible por eliminarlos al medio ambiente. Sin embargo, los efectos adversos de todos los metales pesados son enormes, especialmente cuando se usan en agua o alimentos. Por lo tanto, la OMS está realizando los exámenes actuales sobre la evaluación de los HM en el suelo y las masas de agua superficiales en todo el mundo desde 1994 hasta 2019 para determinar el tipo de metales que son difíciles de erradicar en el medio ambiente. Para lograr el objetivo de hallar las posibles fuentes de HM, se aplica un análisis multivariado. Estos análisis se vieron en 147 artículos, el contenido de Cd, Cr, Mn y As superaron los límites permitidos por la OMS y USEPA. Los resultados muestran que las aguas están contaminadas por metales pesados, debido al índice de evaluación, grado y carga tóxica.

Según Akinwekomi et al. (2016), el impacto de la migración de metales pesados en las aguas superficiales proviene principalmente de las operaciones mineras y otras industrias que utilizan metales pesados. A diferencia de otros sectores, el negocio minero depende completamente de la ubicación de los minerales, por lo que solo hay opciones limitadas para mitigar y adaptarse al impacto del agua o la calidad del agua en la zona.

De acuerdo a Oyewo et al. (2020), la mayor amenaza para los recursos hídricos proviene de las emisiones de las minas que han sido contaminadas por metales pesados. Inevitablemente, habrá algunos metales pesados en las aguas residuales de la mina, como el hierro y el sulfato. Otros metales comunes que se pueden encontrar en las aguas residuales de la mina son Cd, V, Cu, Al, Cr, Hg, Pb, Zn y Ni. El desarrollo de la industrialización y la urbanización ha

incrementado continuamente la demanda de estos metales porque son principalmente materias primas en alguna producción.

Bastami et al. (2018), estudio la biodisponibilidad, la movilidad y la fuente de metales pesados en los sedimentos del humedal de Anzari. Estos metales pesados (cromo, cobalto y vanadio) fueron identificados y se encontró que su fuente era otro ambiente terrestre que había migrado. El arsénico metálico está presente principalmente en la fracción reducible (F3), mientras que otros metales tienen el mayor contenido en la fase residual. Contenido de Cobalto en la fracción oxidable (F4); Plomo y Cadmio en la fracción de carbonato (F2); y el menor contenido de otros metales en la fracción intercambiable (F1). El estudio también informó que, debido a la baja concentración acumulada en casi todas las estaciones, los riesgos de Cobalto y Plomo en todas las estaciones son bajos. Se encontró que el análisis del factor de enriquecimiento se enriqueció moderadamente, mientras que otros metales fueron los menos enriquecidos en todos los sitios. Aunque las altas concentraciones de estos metales pesados tienen un impacto vital en la mayoría de las personas y el medio ambiente, algunos de ellos pueden ser extremadamente peligrosos incluso en niveles mínimos. El cambio climático también afectará la movilidad de los metales pesados en el suelo y los humedales, que se liberan en las aguas superficiales debido a su biodisponibilidad.

Según Cooling (2005), los caracoles africanos (*Achatina Fulica*) se encuentran en africa e invadieron diversas regiones subtropicales y tropicales. Es muy adaptable a diversas condiciones y encuentra una variedad de alimentos y hábitats aceptables. Puede vivir en condiciones extremas (similares a la hibernación) para evitar la deshidratación. Esto la convierte en una especie invasora ideal, lo que le permite viajar grandes distancias sin sufrir daños. Además, la hembra almacena esperma, lo cual puede fundar poblaciones.

De acuerdo a Cooling (2005), *A. fulica* tiene un caparazón cónico de dos veces más largo que su ancho y contiene de 7 a 9 verticilos cuando está completamente desarrollado. El caparazón suele ser de color marrón rojizo con una ligera marca vertical amarilla, pero su color variará según las condiciones ambientales y la dieta. El marrón claro es común. La longitud de la concha de los

adultos de esta especie puede superar los 20 cm, pero su longitud media suele estar entre 5 y 10 cm. Los caracoles llegan a pesar 32 g. Y el área donde residen estos caracoles son áreas agrícolas, costas, áreas alteradas, bosques naturales, bosques plantados, zonas ribereñas, matorrales/matorrales, áreas urbanas, humedales.

A. fulica está más estrechamente asociada con los bosques tropicales y subtropicales húmedos de hoja ancha y los bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha (Cooling 2005). Sin embargo, los tipos de cobertura terrestre aplicables a los caracoles son más amplios, incluidos los residenciales. Los caracoles son terrestres y generalmente se encuentran dentro y alrededor de las viviendas humanas, los jardines y los bosques como se ve en la figura 1. Durante el día, los caracoles generalmente se esconden debajo de la basura o el abono, dentro o alrededor de los arbustos, o en las grietas de las rocas o raíces (Cooling 2005). Para que los huevos eclosionen, la temperatura mínima es de 15 °C en un tiempo de 21 días. Cooling (2005) Señale que a temperatura de 6 °C - 7 °C, los caracoles todavía existen, pero no crecerán, pero la excepción es que los caracoles se desempeñan bien a bajas temperaturas .

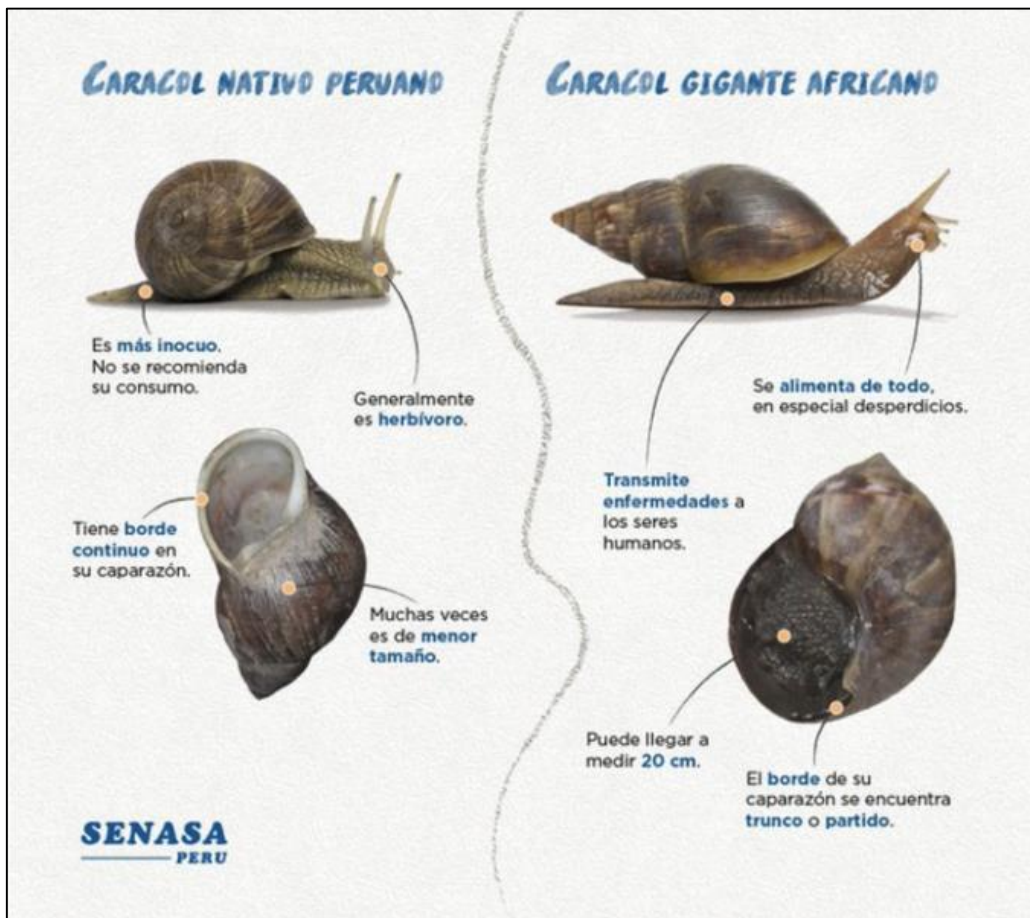


Fuente: Cooling 2005

Figura 1 caracol terrestre africano gigante (*Achatina Fulica*)

Según Lopez (2017), puede parecer inofensivo, pero el caracol africano (*Achatina Fulica*) es una amenaza seria para cualquier ecosistema. Con paso

lento y sin llamar la atención, esta especie de caracol se traslada por cualquier superficie y absorbe todos los microorganismos que encuentra a su paso, los asimila y abandona en su baba. Tiene predilección por los lugares sucios, como excrementos humanos y animales. El caracol llegó de África al Brasil en 1977 y con los años se expandió rápidamente a Venezuela, Colombia, Ecuador, Argentina, Paraguay y Bolivia. Incluso existe registro de su paso en el Estado de La Florida en Estados Unidos, ya que era usado por comunidades para rituales de origen africano. Su primer registro oficial en Perú fue en el 2012, entre las provincias de Chanchamayo y Satipo, en la región de Junín, de acuerdo a Ricardo Solano, especialista en sanidad vegetal del SENASA. El caracol africano tiene predilección por zonas tropicales, por eso abunda en el norte. En el 2015 se le halló en la ciudad de Sullana, en la región de Piura, y en la ciudad fronteriza con Ecuador de Zarumilla, región de Tumbes. La comparación de un caracol nativo y gigante se muestra en la figura 2.



Fuente: SENASA

Figura 2 Cuadro comparativo del caracol nativo y el gigante.

De acuerdo a Laskar et al.(2018), el componente principal y elemental de las conchas de caracol sin calcinar por XRF, es el calcio. Además, también se observaron oligoelementos (en el rango de ppm), como V, Cr, Ni, Cu, Ga, Zn, Rb, Sr, Y, Mo, Ba, Ce, Zr y Pb. La composición de la concha de caracol se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Composición del caparazón del caracol.

Sl. N°	Formula del compuesto	Peso (%)
1	CaCO ₃	97.14
2	SiO ₂	0.628
3	SrO	0.457
4	Fe ₂ O ₃	0.409
5	Na ₂ O	0.336
6	MnO	0.308
7	K ₂ O	0.212
8	Al ₂ O ₃	0.180
9	MgO	0.152
10	Cr ₂ O ₃	0.083
11	SO ₃	0.073
12	CuO	0.015
13	TiO ₂	0.005
14	P ₂ O ₅	0.004

Fuente: Laskar et al. 2018

Las fuentes de arsénico según Shih (2005), está disponible en forma de metaloide y como compuesto químico en el medio ambiente. Las fuentes artificiales se atribuyen a la industria, las aplicaciones agrícolas, las actividades mineras, etc. La fuente natural de intrusión de metales hacia el medio ambiente se da por erupción de volcanes, condiciones meteorológicas, etc. Es por ello que el As puede ingresar por las dos fuentes al medio ambiente.

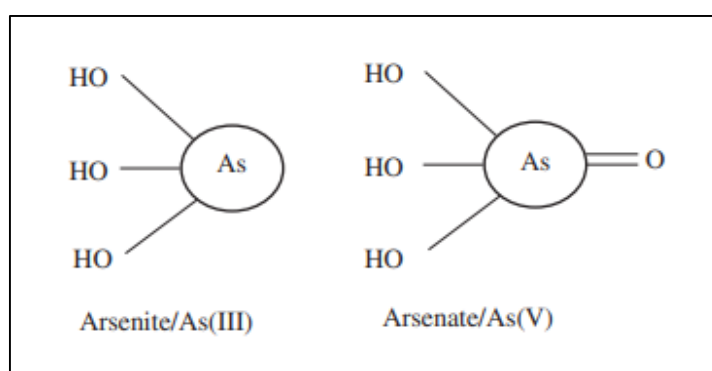
De acuerdo a Rajendran, Garg y Bajpai (2020), más de 100 millones de personas se han visto afectadas por la arsenicosis en todo el mundo. La exposición al arsénico puede afectar el hígado, los pulmones, los riñones, las fosas nasales, la piel, etc. Las enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada con arsénico se denominan arsenicosis. Beber agua sin arsénico en las primeras etapas de la intoxicación por arsénico puede ayudar a eliminar las etapas posteriores. La Tabla 2 enumera las cuatro etapas de la intoxicación por arsénico y sus efectos en la salud humana. La etapa 4 de la intoxicación por arsénico puede causar cáncer y otras enfermedades.

Tabla 2 Cuatro etapas de la arsenicosis en la salud humana.

N°	Etapas	Efectos sobre la salud humana
1	Preclínico	a. Sin síntomas importantes b. El arsénico se puede detectar en el cuerpo humano.
2	Clínico	a. Problemas de la piel b. Hinchazón de manos y pies C. Se necesitan 5-10 años de tratamiento para curar
3	Complicaciones	a. Agrandamiento del hígado, los riñones y el bazo. b. Conjuntivas y diabetes
4	Malignidad	a. Cánceres o tumores b. Cáncer de lengua o vejiga

Fuente: Rajendran, Garg y Bajpai 2020

El arsénico es un metaloide (puede actuar como metal y no metal), es decir, insoluble en agua y soluble en ácidos oxidantes. Por ejemplo, si se vierte una roca de arsénico en un vaso de agua hervida, no se disolverá fácilmente. Si permitimos una proporción adecuada de carbono orgánico y microorganismos, se pueden liberar minerales de arsénico en el agua. El arsénico puede existir en el medio ambiente de muchas formas (-3, 0, +3 y +5) (Thirunavukkarasu y Viraraghavan 2002). Los principales tipos de elementos del arsénico existen en dos formas, a saber, arsénico (III) / arsénico (metal) y arsénico (V) / arsénico (no metálico). El arsénico (III) es más peligroso que el arsénico (V) (Kumar et al. 2019). Las estructuras de As (III) y As (V) se muestran en la figura 3; estas son las especies de arsénico dominantes en las aguas subterráneas.



Fuente: Rajendran, Garg y Bajpai 2020

Figura 3 estructura de As (III) y As (V)

El arsénico de acuerdo a Johnson et al. (2010), se considera un potente carcinógeno que afecta: a las personas, plantas y microorganismos. El arsénico es un veneno poderoso que al ingerirlo en exceso conlleva a la muerte. La

exposición prolongada a niveles bajos de arsénico causa: problemas de salud, daño de los vasos sanguíneos, reducción de glóbulos rojos y blancos, aumento del ritmo cardíaco, náuseas irritación en la piel e vómitos.

Durante mucho tiempo el arsénico significó una amenaza para los humanos. Sin embargo, Hare, Chowdhary y Singh (2020), afirma que la gran mayoría de la población no sabe que está expuesto al arsénico. El arsénico es considerado un riesgo para la salud ya que es un metaloide que se encuentra en todas partes de la tierra. La toxicidad del arsénico se debe a su forma química y al estado de oxidación que tiene. El arsénico es tóxico de diferentes formas. El As (V) interfiere con el metabolismo del fosfato, incluida la fosforilación y la síntesis de ATP, mientras que el As (III) se une a los grupos sulfhidrilo adyacentes de la proteína, lo que afecta su estructura o capacidad catalítica. Cuando el arsenito pasa a arseniato, trae muchos efectos fatales. Cuando un elemento se usa como biocatalizador, el sistema enzimático es más tóxico. El arsénico puede inhibir muchas enzimas, por ejemplo, piruvato oxidasa, D-aminoácido oxidasa, colina oxidasa y transaminasa.

De acuerdo a Aktar (2021), las isothermas ayudan a explicar la capacidad de absorción teórica de diferentes materiales de adsorción. El proceso de adsorción se usa generalmente para eliminar los contaminantes de la solución mediante el uso de varios adsorbentes. Continúa hasta que se alcanza el equilibrio. El equilibrio de adsorción se expresa como la cantidad de contaminantes adsorbidos por unidad de masa de adsorbente.

$$q_e = \frac{C_0 - C_e}{m/V}$$

Aquí q_e : capacidad de absorción de equilibrio del material; C_0 : concentración inicial de la solución contaminada; C_e : concentración de equilibrio; m : masa de material adsorbente; y V : volumen de solución tratada. Para representar diferentes tipos de isothermas de adsorción, se han propuesto diversas teorías y modelos empíricos. Básicamente, ninguna ecuación puede explicar todos los mecanismos de manera satisfactoria. Los modelos de Langmuir, Freundlich, Sips y Brunauer-Emmett-Teller (BET) son ecuaciones que pueden usarse para

describir la adsorción de especies individuales. Desarrolló una ecuación de Langmuir extendida para el mecanismo de adsorción de múltiples componentes.

En 1916, Irving Langmuir lanzó el modelo de isoterma y mantuvo su nombre. La isoterma de Langmuir generalmente se expresa como:

$$\frac{1}{q_{eq}} = \frac{1}{q_{max}k_b C_e} + \frac{1}{q_{max}}$$

donde q_e (mg/g) es la cantidad de equilibrio de contaminante adsorbido por gramo de adsorbente, C_e (mg/L) es la concentración de equilibrio de contaminante en solución y q_{max} (mg/g) y k_b (l/mg) son parámetros dependientes de la temperatura que describen la capacidad máxima de absorción de la superficie sólida y la constante de energía, respectivamente. El Langmuir se basa en los siguientes supuestos:

- (i) Las moléculas de adsorbato se adsorben en un número fijo de sitios activos equivalentes. Todos los sitios accesibles tienen la misma energía.
- (ii) La adsorción se limita a una monocapa; Las moléculas de adsorción no se depositan en otras.
- (iii) La entalpía de adsorción es la misma para todas las moléculas.
- (iv) No hay interacciones entre moléculas adsorbidas en sitios vecinos. Y toda la adsorción procede del mismo mecanismo. La naturaleza de las isotermas está indicada por el valor del factor de separación (K_R) (Ho 2003).

$$K_R = \frac{1}{1 + k_b C_o}$$

El valor de $K_R < 1$ significa que la adsorción es favorable y mayor de 1 significa condiciones desfavorables (Ho 2003).

En 1909, Freundlich describió una ecuación que expresaba isotermas cuantificando el gas adsorbido por unidad de masa de adsorbente a la presión actual. Esta ecuación de isoterma de adsorción de Freundlich se denota como:

$$q_e = K C_e^{1/n}$$

A diferencia del modelo de Langmuir, la ecuación de Freundlich no tiene mucho factor limitante con respecto a los tipos de adsorción o superficie de adsorbente. La isoterma de Freundlich puede manejar la adsorción física y química, así como superficies homogéneas y heterogéneas (Xu, Cai y Pan 2013). Básicamente, Freundlich proporciona una ecuación simple en lugar de un modelo teórico para explicar la heterogeneidad de alta energía de la adsorción en diferentes regiones de la isoterma. La influencia de la temperatura es difícil de justificar por la isoterma de Freud, porque a medida que la temperatura aumenta, la concentración de soluto (C) aumentará y la masa de adsorción (Q) generalmente disminuirá. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones, la ecuación de Freundlich es relativamente más conveniente.

De acuerdo a Foo y Hameed (2010), la isoterma de Freundlich no puede establecer el valor de adsorción a una concentración más alta porque establece una relación de adsorción a una concentración más baja. El valor de q_e aumenta con el aumento de C_0 , pero no aumenta repentinamente cuando $n > 1$. Hoy en día, la isoterma de Freundlich se usa ampliamente en la eliminación de contaminantes múltiples o en sistemas heterogéneos. El rango de pendiente se usa para medir la heterogeneidad de la superficie adsorbente. Los valores cercanos a cero significan una mayor heterogeneidad.

De acuerdo a Cheng et al. (2011), la cinética de adsorción puede asumir la velocidad de eliminación de contaminantes de la fase de solución y proporcionar información importante para identificar el mecanismo de adsorción en un proceso por lotes. Hay dos etapas de la cinética de adsorción: la primera es la etapa de eliminación rápida y luego la etapa que entra lentamente en la etapa de equilibrio. La velocidad a la que el adsorbente es absorbido por el adsorbente determina la cinética de adsorción y controla directamente la eficiencia de la adsorción. Estimar las constantes de velocidad utilizando el modelo de cinética de adsorción por lotes.

La Ecuación de pseudo primer orden según Aktar (2021), utiliza diferentes modelos para estudiar el mecanismo de adsorción en procesos por lotes. Los modelos de reactividad de adsorción se han utilizado a menudo para comprender

los datos cinéticos de los lotes. En 1898, Lagergren propuso la ecuación de la cinética de adsorción de pseudo primer orden.

$$\frac{dq_t}{dt} = k_{s1}(q_1 - q_t)$$

donde k_{s1} = constante de velocidad de adsorción de primer orden (l min^{-1}), q_1 = cantidad de adsorbato adsorbido en equilibrio (mg/g), q_t cantidad de adsorbato adsorbido en la superficie del adsorbente en cualquier momento t (mg / g).

La cinética de adsorción de segundo orden sigue la ecuación de Lagergren. En este modelo, la quimisorción actúa como un paso limitante de la velocidad que involucra fuerzas de valencia a través del intercambio de electrones entre dos fases (adsorbato-adsorbente) La ecuación es la siguiente:

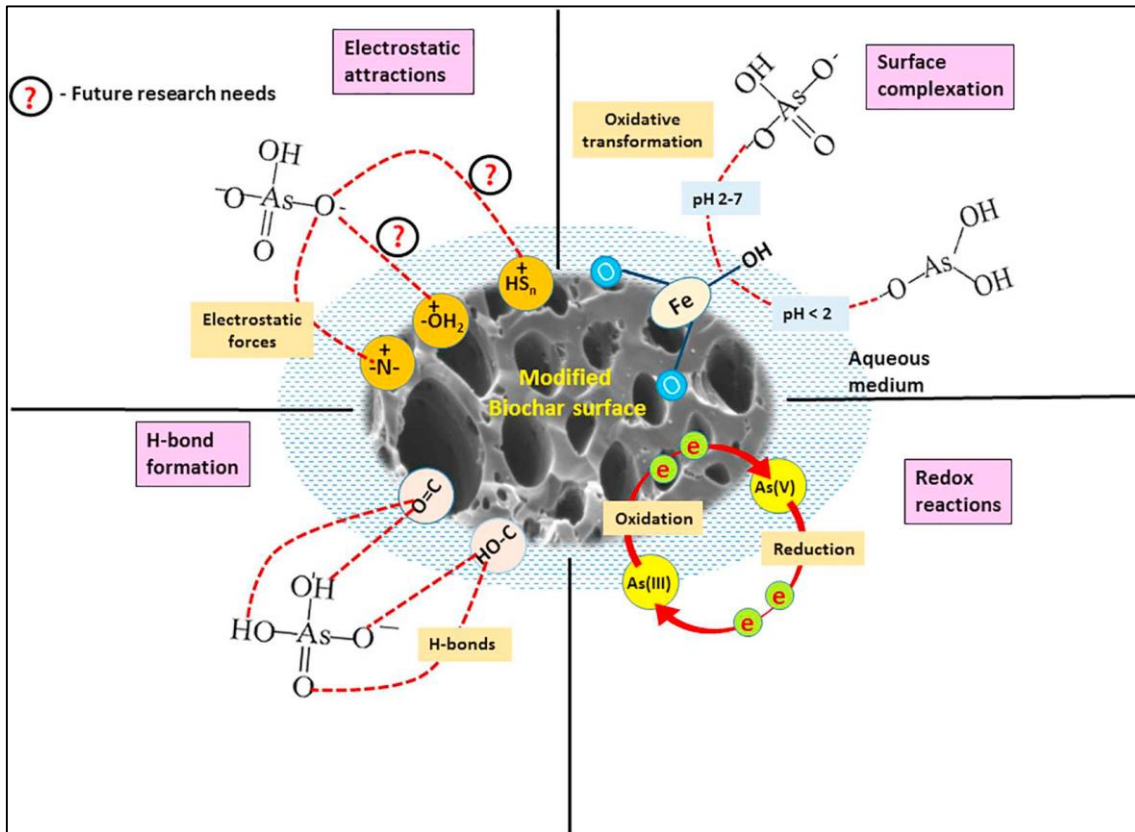
$$\frac{dq_t}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2$$

donde k_2 es el coeficiente de tasa de segundo orden.

Según Pal (2015), la adsorción es el fenómeno por el cual algunos solutos en la solución o mezcla se concentran en la superficie sólida debido al desequilibrio de la atracción atómica en la superficie sólida. La atracción de los átomos en el sólido se equilibra con la interacción con otros átomos en la red cristalina. La adsorción puede ser física o química. La adsorción física solo se atribuye a las fuerzas de van der Waals, mientras que la adsorción química implica la interacción química de las moléculas de soluto con la superficie sólida del adsorbente. La adsorción es un fenómeno muy común y algunas características específicas de los adsorbentes deben utilizarse con fines económicos prácticos o industriales. Estos son la selectividad, la capacidad y la vida útil del material adsorbente. Generalmente, cuando se compara con la destilación (proceso de separación estándar), si la volatilidad relativa de los dos componentes en la mezcla o solución es menor que 1,2, el proceso basado en adsorción puede ser más económico que la destilación. La idoneidad de los adsorbentes generalmente se puede evaluar midiendo la constante de Henry o mediante mediciones del tiempo de retención cromatográfico directo.

Según Alkurdi et al. (2019), muestra la figura 4 los posibles mecanismos que desencadenan la inmovilización de As en una superficie de biocarbón

modificado. La complejación de la superficie, las interacciones electrostáticas, el intercambio iónico, la reducción química y la oxidación (reacciones redox) y la precipitación son los principales mecanismos que desencadenan la eliminación de As por el biocarbón modificado de las soluciones acuosas.



Fuente: (Alkurdi et al. 2019)

Figura 4 Representación gráfica de los posibles mecanismos de inmovilización de As en la superficie de biocarbón modificado.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación

El tipo de investigación que se realizó fue aplicada, la cual busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto (Harland 2015).

El diseño de investigación fue experimental, a menudo se promocionan como los más rigurosos de todos los diseños de investigación o como el estándar contra el cual se juzgan todos los demás diseños (Okur 2016), para cuyo diseño se considerará el diseño factorial de 3^2 donde se interactuó las variables independientes que son: Concentración de Arsénico (III) (mg/L) y Masa de valva de caracol (g) para el estudio de la cinética de adsorción, la investigación tendrá 9 corridas experimentales.

Además, el enfoque fue cuantitativo ya que está relacionado con un objeto que se puede expresar en términos de cantidad o algo que se puede contar. Este tipo de investigación implica el análisis experimental sistemático de fenómenos observables a través de técnicas estadísticas, matemáticas o computacionales en forma numérica como estadísticas, porcentajes, etc. (Brushan y Alok 2017).

El estudio fue explicativo porque se intenta aclarar o explicar por qué y cómo existe una relación entre dos aspectos de una situación o fenómeno (Camarinha 2012). En esta investigación se determinó la Dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*).

3.2. Variables y Operacionalización

Variables

Variable independiente: Masa de valva de caracol

Variable dependiente: Dinámica de adsorción de arsénico (III)

Operacionalización (Ver Anexo 2)

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Una población es el total de individuos o conjunto de ellos que presentan o podrían presentar el rasgo característico que se desea estudiar. La población de estudio estuvo conformada por 7 litros de las aguas sintéticas de laboratorio.

Muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Para la presente investigación, se consideró una muestra de 7 litros de las aguas sintéticas obtenidas del laboratorio.

Muestreo

El muestreo es una herramienta de investigación científica. Su función básica es determinar qué parte de la realidad (población o universo) en estudio debe estudiarse para inferir la población. Para el agua sintética de arsénico la muestra fue de tipo aleatorio simple.

Unidad muestral

Número de elementos de la población, no solapados, que se van a estudiar. La unidad muestral fue de 250 mililitros para el estudio de sus características fisicoquímicas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica empleada fue de la observación y experimentación, ya que permitirá la interacción con las valvas de caracol gigante en la remoción del arsénico (III) mediante el estudio de su cinética.

Instrumentos para recolección de datos

Se emplearon como instrumentos 5 fichas de recolección de datos:

Ficha 1: Formato de campo; en el cual se tomará los datos del lugar de muestreo, ubicación, distrito, departamento.

Ficha 2: Datos de los grupos funcionales, en esta ficha se rellenó los grupos funcionales obtenidos del análisis FTIR

Ficha 3: Datos de la caracterización Inicial del arsénico (III)

Ficha 4: Resultados, en esta ficha se colocó los datos obtenidos de la adsorción del arsénico (III) con las valvas de caracol africano.

Validez del instrumento

La validez del trabajo permitió al instrumento medir los parámetros de adsorción del arsénico (III). Además, incluyó la noción experimental y determinó si los resultados que se obtuvieron mediante los análisis cumplen con los requisitos del método científico. En el trabajo de investigación se realizó la aplicación de la validez por contenido

Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad es necesaria, ya que permitió la repetición del experimento bajo las mismas condiciones, obteniendo los mismos resultados. Cabe resaltar que permitió, la aceptación científica de la hipótesis planteada en la investigación.

Para que el instrumento de la presente investigación sea confiable, fue validado y aprobado por el juicio de tres profesionales especialistas (Tabla 3), en defecto ingenieros colegiados y conocedores de la materia. La confiabilidad se demostró con las fichas de recolección de datos, para un mayor sustento a la investigación.

Tabla 3 Validación de instrumentos

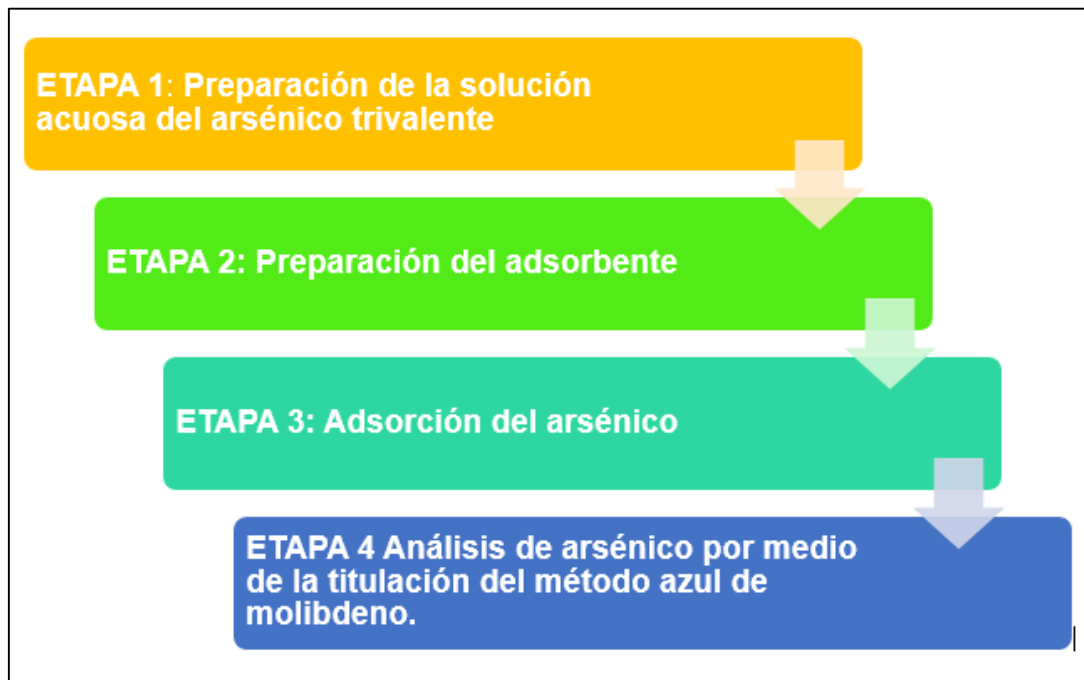
Especialistas	Profesión	Numero de colegiatura	% de validación
Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	Dr. Ingeniero Químico	CIP N° 25450	80 %
Loayza Morales Cesar Augusto	Dr. Ingeniería Química Ambiental	CIP N° 41138	90 %
Mendoza Ciriaco Fiorella Stefany			90 %

Ms. Ingeniería Ambiental	CIP N° 210896
Promedio total de validación	86.6 %

Fuente: elaboración propia

3.5. Procedimiento

El procedimiento de la investigación consto de 4 etapas; las mismas que tomaron 3 meses de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Etapas para el procedimiento experimental.

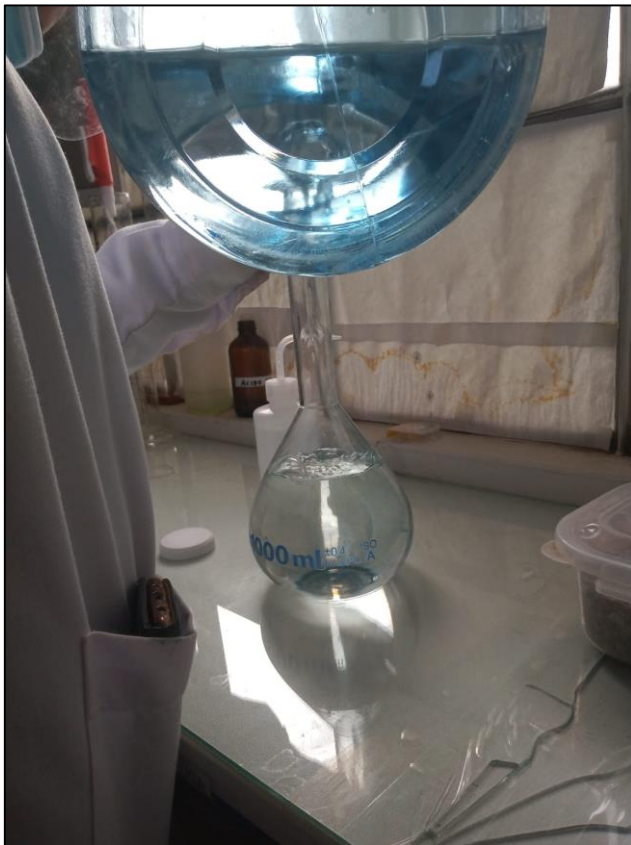
A continuación, se describe las etapas según (Alvarez y Veli 2014) y (Inam et al. 2012):

Etapas 1: Preparación de la solución acuosa del arsénico trivalente

- Se preparó la solución acuosa de 1 mg/L; 2 mg/L y 4 mg/L de As a partir de una solución estándar de 1000 ppm de H_3AsO_3 como se muestra en las figuras 6, 7 y 8.



Fuente: Elaboración propia
Figura 6 Medición de 2.5 mL de H_3AsO_3 .



Fuente: Elaboración propia
Figura 7 Llenado de agua destilada a la fiola de 1 L



Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Aforado de fiola de 1 L con la solución madre de 2.5 ppm

- Luego se envió a analizar por el método de Espectroscopia de absorción atómica por generación de Hidruros.
- Se preparó 7 litros de solución acuosa para los respectivos experimentos.

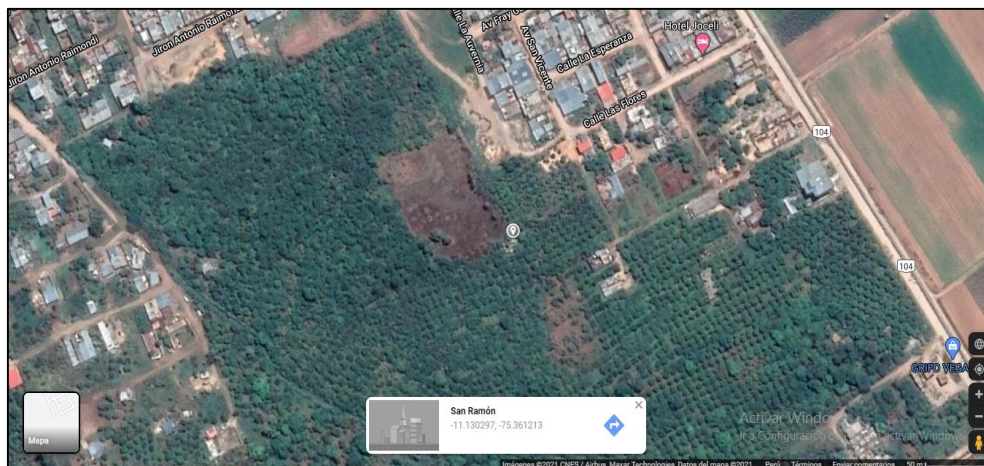


Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Solución madre de 2.5 ppm

Etapas 2: Preparación del adsorbente.

- Los caracoles africanos se hallaron en los límites del terreno de don Gilberto, dicho terreno está ubicado en el distrito de San Ramón de la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín (figura 10). Para la manipulación de dichos caracoles se usó guantes de látex por motivo que su baba causa enfermedades, se recogió una cantidad aproximada de 2 kilos, teniendo un tamaño promedio de 15 cm, dichos caracoles fueron recolectados en una bandeja de aluminio (figura 11 y 12). Luego se introdujo los caracoles en un recipiente de plástico de capacidad de 10 L (figura 13), pero antes se agregó cal viva en una cantidad de 2 kilos y encima de la cal se vació los caracoles. Luego dichos caracoles muertos fueron transportados en un recipiente de plástico, en el bus de la empresa Lobato llegando así a la provincia de Huancayo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Lugar de recojo de caracoles.



Fuente: Elaboración propia
Figura 11 Recojo de caracoles.



Fuente: Elaboración propia
Figura 12 Caracoles africanos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Lavado de caracoles africanos.

- Una vez muerto los caracoles se procedió a lavarlos con agua de grifo para eliminar las impurezas adheridas, se aclaró con agua destilada y se dejó secar al sol por un tiempo de 5 días a una temperatura ambiente promedio de 14 °C (figura 14). Luego de tener los caracoles secados al sol se procedió a triturarlos molino donde se observó un tamaño aproximado de 0.5 cm (figura 15) y fueron secados en un horno de marca DRY OVEN DHG-9030 A, a una temperatura de 100 °C por 12 horas (figura 15). Pasada las 12 horas se retiró del horno de marca DRY OVEN DHG-9030 A la masa del caracol africano el cual se molió en un mortero de cerámica hasta obtener una forma pulverulenta y se tamizó con malla 80 (Figura 16 y 17). Una vez tamizado se carbonizó en un horno de mufla a una temperatura de 600 °C durante 2 horas y se dejó enfriar a temperatura ambiente de aproximadamente 15 °C (Figura 18). A continuación, el polvo obtenido después de la carbonización se lixivió con HCl 0.1 M y se lavó con agua destilada. Para la activación de las muestras se realizó con ácido ortofosfórico (H_3PO_4) (figura 19). Durante el proceso, cada muestra se colocó en un crisol; donde se añadió H_3PO_4 0.5 M, se mezcló y se calentó hasta que se forme una pasta. Luego la pasta se llevó a una temperatura de 700 °C en un tiempo de 3 horas, pasando a enfriarse

con la temperatura del ambiente. Dicha pasta activada se lavó con agua destilada para eliminar el exceso de ácido y se secó al horno a 100 ° C durante 12 h. Concluido esto, las muestras fueron almacenadas en un recipiente de vidrio en un ambiente seco para su uso en la adsorción (figura 20 y 21).



Fuente: Elaboración propia
Figura 14 Secado de los caracoles africanos.



Fuente: Elaboración propia
Figura 15 Molido de los caracoles africanos



Fuente: Elaboración propia
Figura 16 Secado de los caracoles africanos en un horno.



Fuente: Elaboración propia
Figura 17 Retiro de los caracoles africanos del horno.



Fuente: Elaboración propia
Figura 18 Tamizado del caracol africano.



Fuente: Elaboración propia
Figura 19 Secado de la masa de caracol africano tamizado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Activación del carbón con ácido ortofosforico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Activación química de la valva de caracol africano.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Carbón activado de valva de caracol africano

Etapa 3: Adsorción del arsénico

- Se pesó tres cantidades diferentes de la masa de valva de caracol (0.2 g; 0.3 g y 0.4 g) (figura 23).



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Pesado de la masa de valva de caracol africano

- Se hizo uso de 3 matraces de 250 mL donde las concentraciones de arsénico fueron de 1 mg/L, 2 mg/L y 4 mg/L (figura 24).



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Concentraciones de arsénico (III)

- Luego se hizo las interacciones entre la masa del adsorbente y las concentraciones del arsénico (III), las cuales fueron 9 experimentos con sus dos replicas siendo un total de 27 (figura 25).



Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Interacción de la masa de valva de caracol y las concentraciones de arsénico (III)

- Se agito a 200 rpm en un agitador magnético durante 3 horas. Después del equilibrio, las mezclas se filtrarán usando Whatman N°. 42 y se analizó mediante titulación del método azul de molibdeno (figura 26).



Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Agitación a 200 rpm

- Para determinar la dinámica de adsorción se evaluó a partir de las isothermas de Langmuir y Freundlich, en caso de la cinética de adsorción fue el de primer y segundo orden.
- Para ello se tomó la mejor muestra de remoción de arsénico (III) y se trabajó para las isothermas de adsorción con masas de 0.1 g; 0.2 g; 0.3 g; 0.4 g y 0.5 g. y para la cinética de adsorción con tiempos de 60 min, 90 min, 120 min, 150 min y 180 min.

Etapa 4 Análisis de arsénico por medio de la titulación del método azul de molibdeno.

Se utilizó un volumen de muestra de 50 mL para el desarrollo del método. Se añadió dos gotas de metil naranja en solución, luego se neutralizó con hidróxido de amonio diluido, hasta color amarillo del indicador. Posteriormente, se añadió, gota a gota, ácido clorhídrico hasta color rojo, 10 mL de ácido clorhídrico diluido y 1 mL de solución de bromato de potasio. Luego, se calentó a temperatura de aproximadamente 50 °C para oxidación del metilo naranja y del arsénico; en caliente se adicionaron 5 mL de molibdato de amonio y se homogeneizó la solución. Finalmente, se añadieron 2 mL de solución de sulfato de hidracina y se mantuvo durante 10 minutos en baño de agua hirviendo; se dejó enfriar a temperatura ambiente y se enrazó.

3.6. Método de análisis de datos

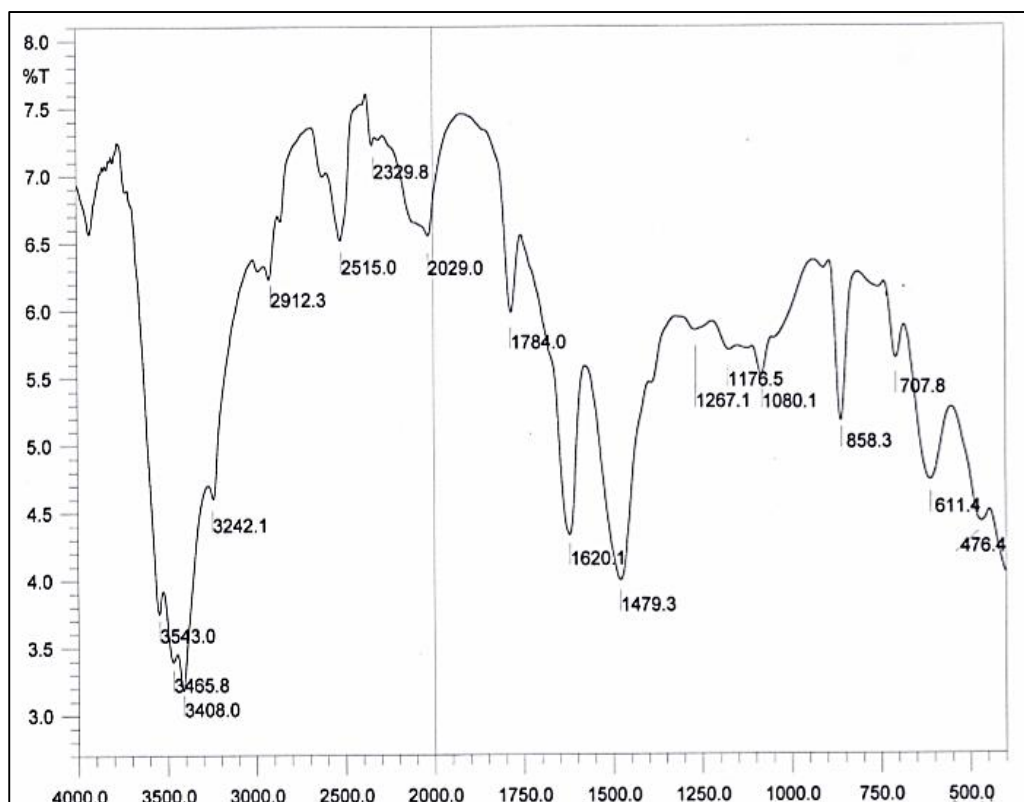
En la presente investigación, los datos generados durante la fase de campo y gabinete fueron tratadas mediante la hoja de cálculo Excel del Microsoft office y el software estadístico Minitab v 18, donde se realizó los cálculos del análisis de varianza, comparaciones por parejas de tukey, graficas de Pareto y probabilidad.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación respetó la propiedad intelectual, citando a los autores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV. Además, se ajustó a la Resolución Rectoral N° 0089 -2020/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV: la cual se verificó mediante el turnitin la evidencia de no copia del proyecto de investigación.

4. RESULTADOS

4.1. Grupos funcionales en las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*)



Fuente: Elaboración propia

Figura 27 FTIR de la valva de caracol africano.

El análisis de FTIR se muestra en la figura 27, donde se observa los picos de adsorción:

- Adsorción de 3543.0 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces O-H presentes en los grupos funcionales hidroxilo.
- Adsorción de 3465.8 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las aminas.
- Adsorción de 3242.1 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las amidas.
- Adsorción de 2912.3 cm^{-1} se advierte la presencia de C-H.
- Adsorción de 1784.0 cm^{-1} y 1620.1 cm^{-1} que sugieren la presencia de enlaces C=O presentes en los grupos funcionales de los

aldehídos.

- Adsorción 1479.3 cm⁻¹ que advierte la presencia de grupos nitro alcanos.

4.2. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico y masas de valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*).

Caracterización del agua sintética de arsénico (III)

Se realizó el análisis del agua sintética de arsénico preparado en el laboratorio de análisis ambientales, donde se tuvo valores de 1 mg/L, 2 mg/L y 4 mg/L. La cual se llevaron a analizar al laboratorio de ensayo e investigación SLab, donde se tuvo un valor 1.97 mg/L. También se llevó analizar una muestra del tratamiento intermedio y del mejor la cual fue con una masa de 0.2 g y concentración inicial de 2 mg/L y la mejor muestra de 0.4 g con una concentración inicial de 4 mg/L.

Tabla 4 Remoción del As(III) – Laboratorio SLab.

	Concentración de As(III) mg/L	% Remoción
Inicial	2	
Tratamiento Intermedio	0.91	53.8 %
Mejor tratamiento	0.32	83.75 %

Fuente: elaboración propia

Tabla 5 Comparación de los análisis en diferentes laboratorios.

	Slab.		Laboratorio de análisis ambientales	
	Concentración de As(III) mg/L	% Remoción	Concentración de As(III) mg/L	% Remoción
Inicial	1.97		2	
Tratamiento Intermedio	0.91	53.8	0.93	53.5
Mejor tratamiento	0.32	83.7	0.34	83

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se muestra la comparación de resultados de dos diferentes laboratorios y métodos de análisis, SLab por el método de ICP-MS (espectrometría de masas de plasma acoplado

inductivamente) y el del laboratorio de análisis ambiental por el método de titulación del azul de molibdeno, donde se observó una variación del 0.53 % entre datos obtenidos y métodos utilizados. Lo cual indica que no hay una variación significativa entre los resultados obtenidos y pudiendo trabajar de una manera correcta.

Parte experimental

Para obtener los resultados de la dinámica de adsorción del arsénico (III) se trabajó con concentraciones de arsénico (III) sintéticos (1 mg/L, 2 mg/L y 4 mg/L) preparados en el laboratorio de análisis ambientales y diferentes masas de valva de caracol (0.2 g, 0.3 g y 0.4 g). La remoción de arsénico (III) se obtuvo por titulación y estos resultados se presentan en las siguientes tablas:

Adsorción del arsénico (III)

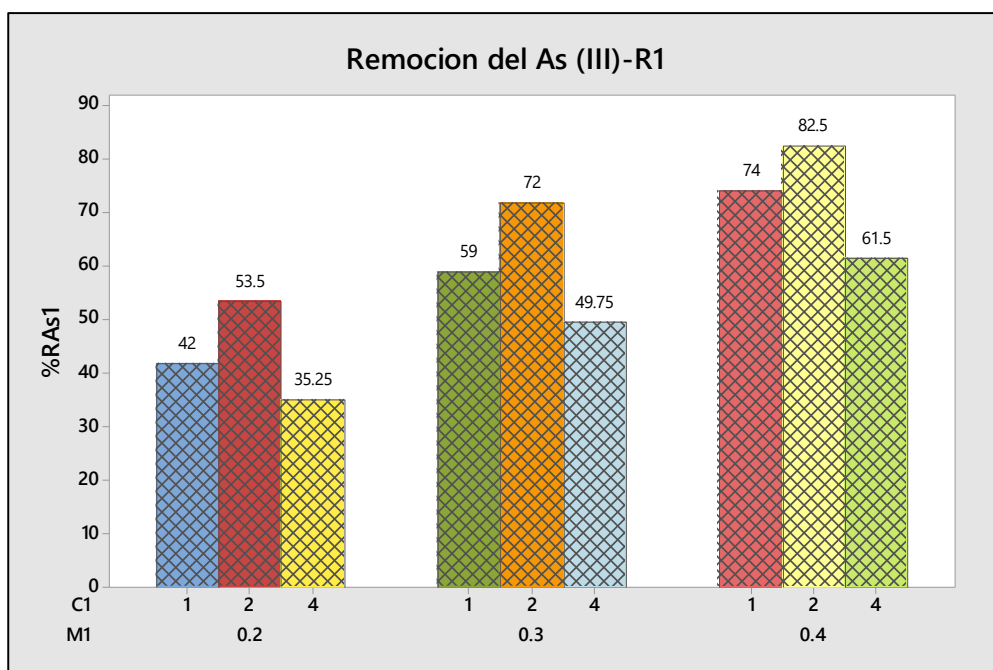
Replica 1

Tabla 6 Remoción del As(III) - R1

Masa (g)	Concentración de As (III) mg/L	Remoción del As (III) (%)
0.2	1	42.0
0.2	2	53.5
0.2	4	35.3
0.3	1	59.0
0.3	2	72.0
0.3	4	49.8
0.4	1	74.0
0.4	2	82.5
0.4	4	61.5

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6 se observa el porcentaje de remoción del arsénico (III), a una masa de 0.4 g de valva de caracol y a una concentración sintética de arsénico 2 mg/L se tiene una mayor remoción de arsénico (III) de 82.5 %. Y una remoción baja de 35.3 % a una masa de valva de caracol de 0.2 g y una concentración sintética de arsénico de 4 mg/L.



Fuente: Elaboración propia
Figura 28 Remoción de As (III) – R1.

En la figura 28 se muestra una gráfica de barras donde se da un mejor entendimiento de la remoción de arsénico (III) que se tiene un 82.5 % a condiciones de 0.4 g de masa de valva de caracol y 2 mg/L de agua sintética de arsénico.

Replica 2

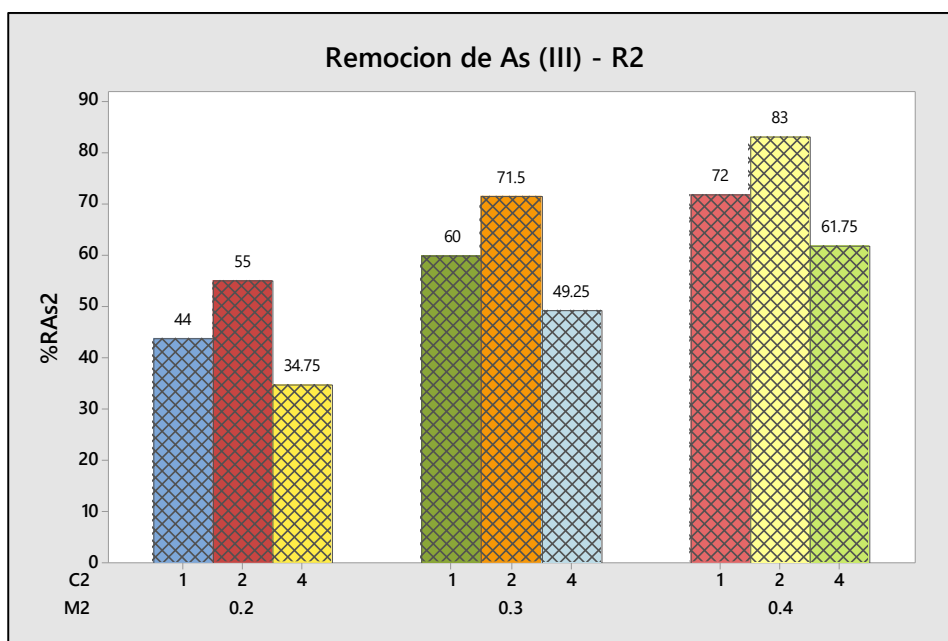
Tabla 7 Remoción del As(III) – R2

Masa (g)	Concentración de As (III) (mg/L)	Remoción del As (III) (%)
0.2	1	44.0
0.2	2	55.0
0.2	4	34.8
0.3	1	60.0
0.3	2	71.5
0.3	4	49.3
0.4	1	72.0
0.4	2	83.0
0.4	4	61.8

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 se observa el porcentaje de remoción del arsénico (III), a una masa de 0.4 g de valva de caracol y a una concentración sintética de arsénico 2 mg/L se tiene una mayor remoción de arsénico

(III) de 83 %. Y una remoción baja de 34.8 % a una masa de valva de caracol de 0.2 g y una concentración sintética de arsénico de 4 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Remoción de As (III) – R2.

En la figura 29 se muestra una gráfica de barras donde se da un mejor entendimiento de la remoción de arsénico (III) que se tiene un 83 % a condiciones de 0.4 g de masa de valva de caracol y 2 mg/L de agua sintética de arsénico.

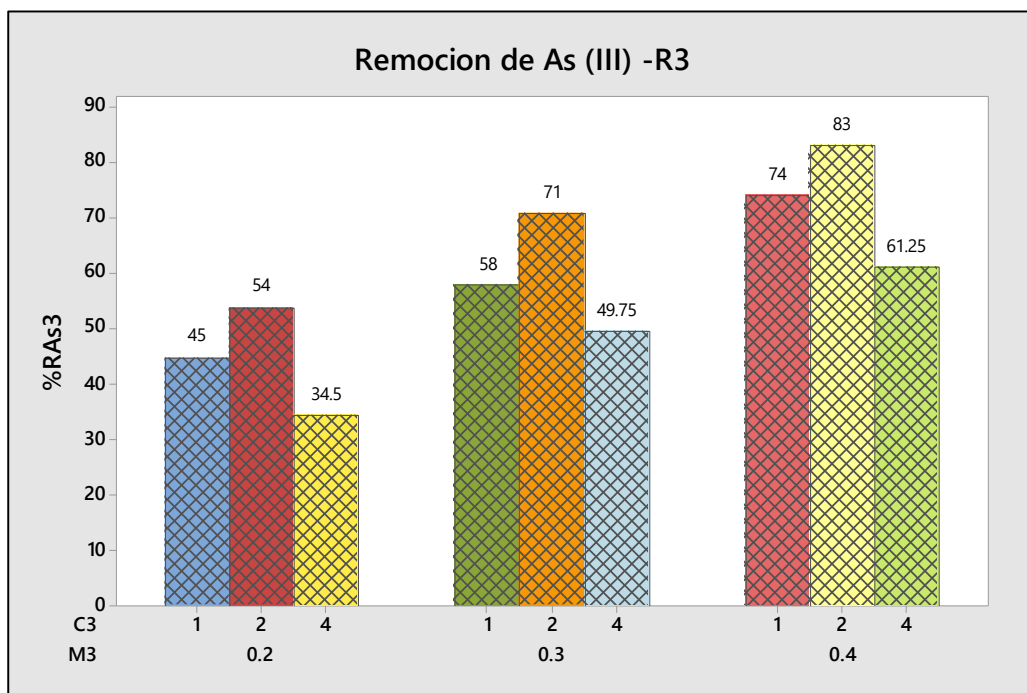
Replica 3

Tabla 8 Remoción del As(III) – R3

Masa (g)	Concentración de As (III) (mg/L)	Remoción del As (III) (%)
0.2	1	45.0
0.2	2	54.0
0.2	4	34.5
0.3	1	58.0
0.3	2	71.0
0.3	4	49.8
0.4	1	74.0
0.4	2	83.0
0.4	4	61.3

Fuente: elaboración propia

En la tabla 8 se observa el porcentaje de remoción del arsénico (III), a una masa de 0.4 g de valva de caracol y a una concentración sintética de arsénico 2 mg/L se tiene una mayor remoción de arsénico (III) de 83 %. Y una remoción baja de 34.5 % a una masa de valva de caracol de 0.2 g y una concentración sintética de arsénico de 4 mg/L.

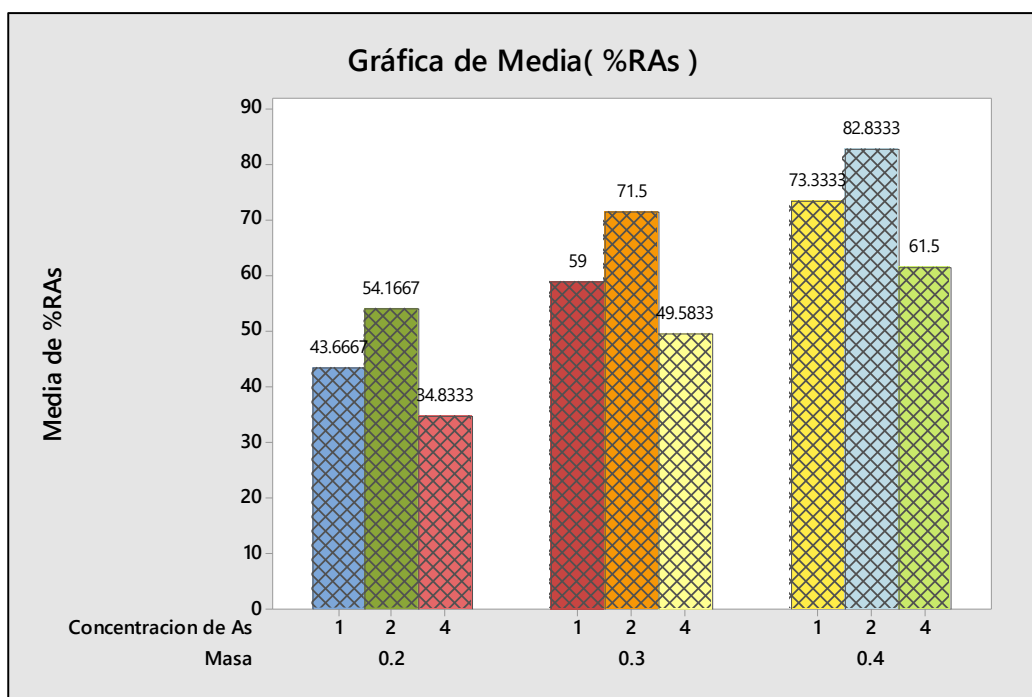


Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Remoción de As (III) – R3.

En la figura 30 se muestra una gráfica de barras donde se da un mejor entendimiento de la remoción de arsénico (III) que se tiene un 83 % a condiciones de 0.4 g de masa de valva de caracol y 2 mg/L de agua sintética de arsénico.

En la figura 31 se muestra la gráfica de barras de la media de las tres replicas realizadas para la remoción de arsénico donde se tiene un 82.833 % como remoción mayor y un 34.83 % como la remoción de menor porcentaje.



Fuente: Elaboración propia
Figura 31 Remoción de As (III) – R3.

4.3. Modelo de isoterma y cinética de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*).

Dinámica de adsorción del arsénico (III)

Cinética de adsorción

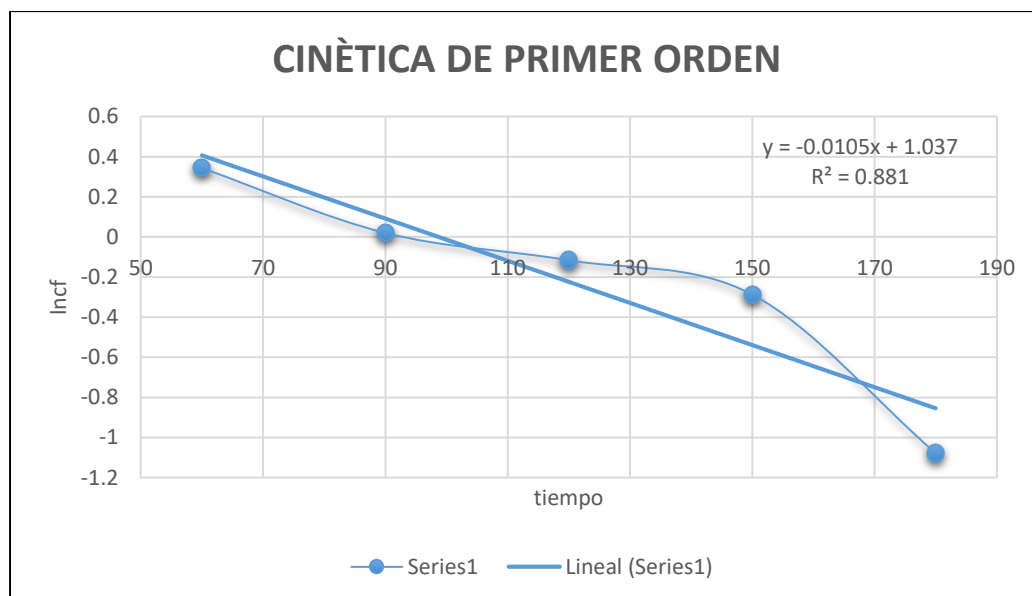
Se estudió la cinética de adsorción del arsénico (III) para investigar el comportamiento de sorción del sistema. La adsorción de As (III), se trabajó con una masa de valva de caracol de 0.4 g y tiempos de 60 min, 90 min, 120 min, 150 min y 180 min y una concentración inicial de arsénico (III) de 2 mg/L a un volumen de 250 mL.

Tabla 9 Datos para la cinética de adsorción.

Tiempo (min)	Concentración de As (III) mg/L
60	1.41
90	1.02
120	0.89
150	0.75
180	0.34

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 se muestra los resultados obtenidos a diferentes tiempos de adsorción, con los cuales se trabajó para ver comportamiento cinético de la adsorción del arsénico (III).



Fuente: Elaboración propia
Figura 32 Cinética de primer orden.

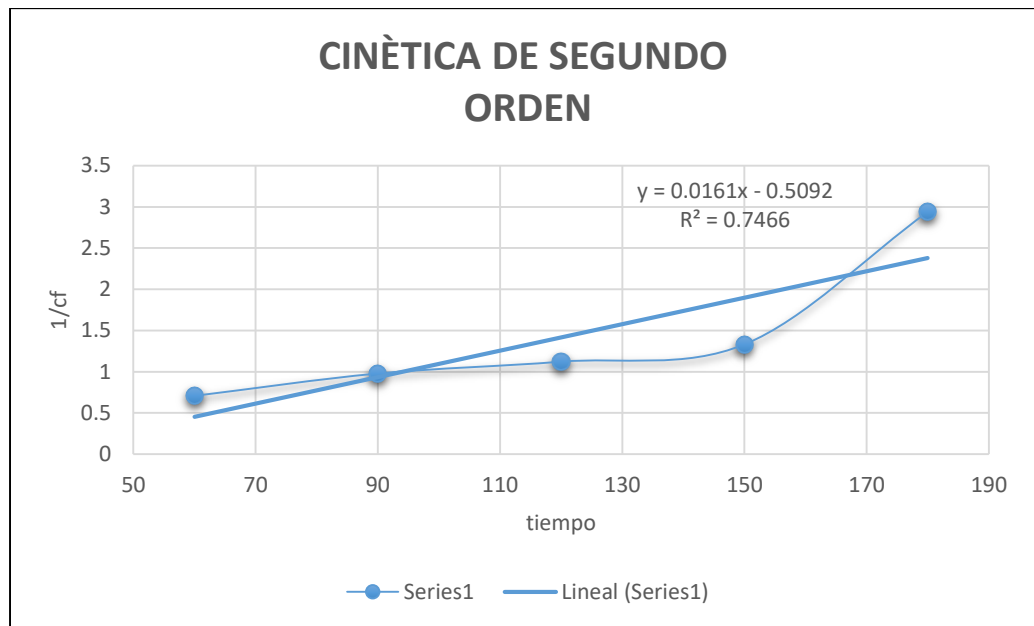
En la figura 32 se muestra la gráfica de la cinética de adsorción del arsénico (III) el cual presenta un valor de R² de 0.881.

Tabla 10 Cálculos de la cinética de primer orden.

Co (mg/L) experimental	Co (mg/L) teórico	Cinética de primer orden	
		k	R ²
2	0.036	0.0105	0.881

Fuente: elaboración propia

La tabla 10 muestra los cálculos obtenidos de la cinética de primer orden, donde la concentración inicial en la parte experimental comparada con la concentración inicial hallado mediante las ecuaciones y gráficas, varían en cantidades enormes, observando esas variaciones se puede afirmar que el proceso de adsorción no es una cinética de primer orden.



Fuente: Elaboración propia
Figura 33 Cinética de segundo orden.

En la figura 33 se muestra la gráfica de la cinética de adsorción del arsénico (III) el cual presenta un valor de R^2 de 0.7466.

Tabla 11 Cálculos de la cinética de segundo orden.

Co (mg/L) experimental	Co (mg/L) teórico	Cinética de segundo orden	
		k	R^2
2	1.964	0.0161	0.7466

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 se muestra los cálculos obtenidos de la cinética de segundo orden, donde la concentración inicial en la parte experimental comparada con la concentración inicial hallado mediante las ecuaciones y gráficas, tienen una gran similitud, se puede afirmar que el proceso de adsorción siguió una cinética de segundo orden.

Isotermas de adsorción

Para las isotermas de adsorción se utilizaron diferentes proporciones de masa de valva de caracol y una concentración inicial de arsénico (III) de 2 mg/L y 250 mL, debido a que en esa concentración se tuvo una remoción del 89.5 % de arsénico. Los datos que se trabajó fueron los que muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12 Datos para las isotermas de adsorción.

Masa (g)	Concentración de As(III) (mg/L)
0.1	1.45
0.2	0.92
0.3	0.58
0.4	0.34
0.5	0.21

Fuente: elaboración propia

En la tabla 12 se muestran los datos de la masa y concentración de arsénico (III) después del tratamiento de adsorción para la remoción de arsénico.

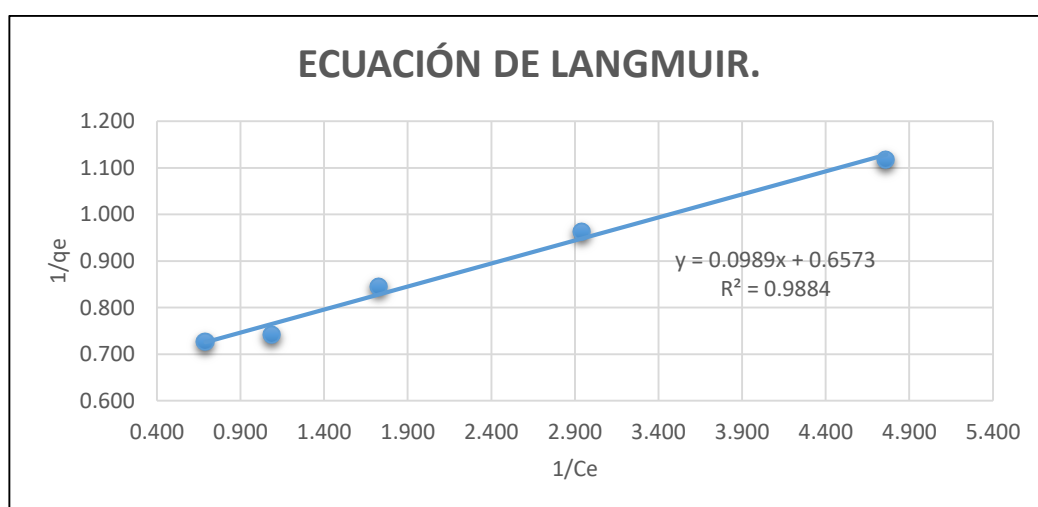
Isoterma de Langmuir

Tabla 13 Datos para la isoterma de Langmuir

Masa (g)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	1/Ce (1/mg/L)	1/qe (1/mg/g)
0.1	1.45	1.375	0.690	0.727
0.2	0.92	1.350	1.087	0.741
0.3	0.58	1.183	1.724	0.845
0.4	0.34	1.038	2.941	0.964
0.5	0.21	0.895	4.762	1.117

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra los datos que se trabajó para la isoterma de Langmuir.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Ecuación de Langmuir.

En la figura 34 se observa la gráfica de la ecuación de Langmuir donde el valor de R^2 0.9884.

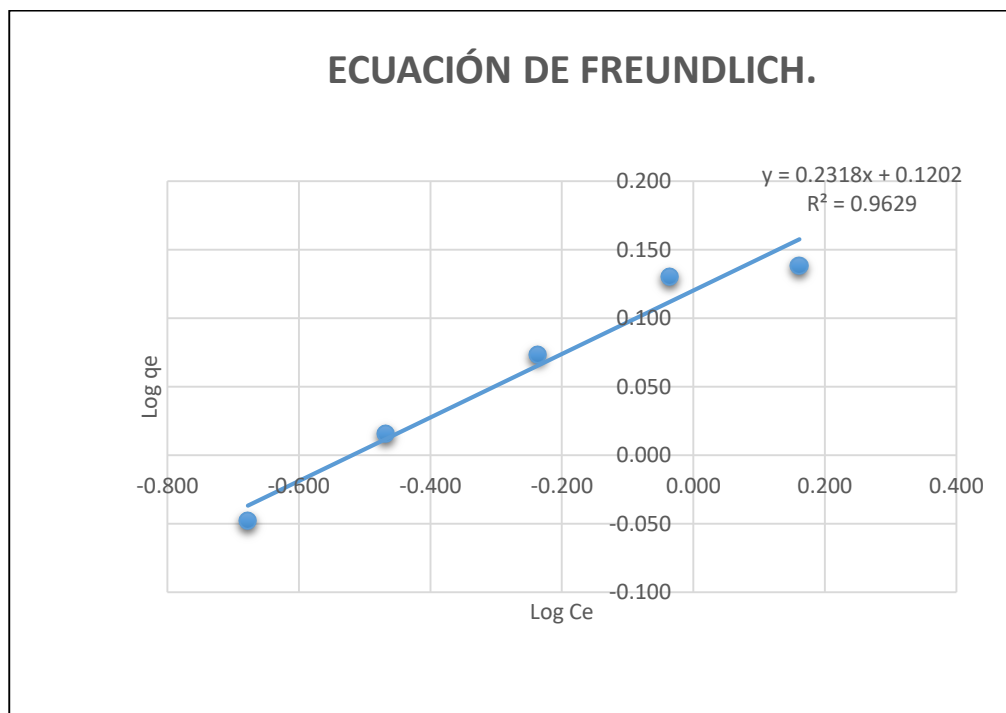
Isoterma de Freundlich

Tabla 14 Datos para la isoterma de Freundlich

Masa (g)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	log Ce	log qe
0.1	1.45	1.375	0.161	0.138
0.2	0.92	1.350	-0.036	0.130
0.3	0.58	1.183	-0.237	0.073
0.4	0.34	1.038	-0.469	0.016
0.5	0.21	0.895	-0.678	-0.048

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14 se muestra los datos que se trabajó para la isoterma de Freundlich.



Fuente: Elaboración propia

Figura 35 Ecuación de Freundlich.

En la figura 35 se observa la gráfica de la ecuación de Freundlich donde el valor de R^2 es de 0.9629.

Comparación de las isotermas de Freundlich y Langmuir

Se hizo las comparaciones de las gráficas 34 y 36, donde se halló las constantes de Freundlich y Langmuir, también el coeficiente de determinación (R^2).

Tabla 15 Constantes de Freundlich y Langmuir

Isotermas de Freundlich		Isotermas de Langmuir	
Ecuación de la isoterma	$y = 0.2318x + 0.9629$	Ecuación de la isoterma	$y=0.0989x+0.6573$
R^2	0.9629	R^2	0.9884
Ordenada (log K_f)	0.1202	Ordenada ($1/q_{max}$)	0.6573
Pendiente ($1/n$)	0.2318	Pendiente ($1/q_{max.b}$)	0.0989
K_f	1.31886	q_{max}	1.5214
n	4.31406	b	6.6461

Fuente: elaboración propia

La tabla 15 muestra las constantes obtenidas a través del cálculo de las isotermas de Langmuir y Freundlich, donde se indica por comparación que el modelo de isoterma que se adecuó más a la dinámica de la remoción de arsénico (III) es la isoterma de Langmuir, debido a que tiene un R^2 de 0.9884 mayor al que de la isoterma de Freundlich que es de un R^2 de 0.9629. también se observa que en la isoterma de Langmuir se tiene una capacidad máxima de adsorción de 1.5214 mg/g. El valor de $K_r < 1$ significa que la adsorción es favorable y mayor de 1 significa condiciones desfavorables (Ho 2003), en nuestra investigación se obtuvo un K_r de 0.07 que es menor a 1 pero mayor a 0, esto quiere decir que la adsorción es favorable.

Contrastación de hipótesis

Para realizar la contrastación de hipótesis se hizo uso de los datos obtenidos en la parte experimental las cuales se mostraron en las tablas 5, 6 y 7. Con dichos datos se trabajó en un programa estadístico en el cual se hizo el análisis de varianza, diseño factorial de 3^2 , diagrama de Pareto y grafica de probabilidad normal.

Análisis de varianza de la remoción de arsénico (III)

Diseño factorial de múltiples niveles

Resumen del diseño

Factores:	2	Réplicas:	3
Corridas base:	9	Total de corridas:	27
Bloques base:	1	Total de bloques:	3

Regresión factorial general: %RAs vs. Bloques

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Masa	3	0.2, 0.3, 0.4
Concentración de As	3	1, 2, 4

Análisis de Varianza

Tabla 16 Análisis de varianza de la remoción de As(III)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	10	5601.50	560.15	774.04	0.000
Bloques	2	0.17	0.09	0.12	0.889
Lineal	4	5587.93	1396.98	1930.42	0.000
Masa	2	3628.62	1814.31	2507.10	0.000
Concentración de As	2	1959.31	979.66	1353.73	0.000
Interacciones de 2 términos	4	13.40	3.35	4.63	0.011
Masa*Concentración de As	4	13.40	3.35	4.63	0.011
Error	16	11.58	0.72		
Total	26	5613.07			

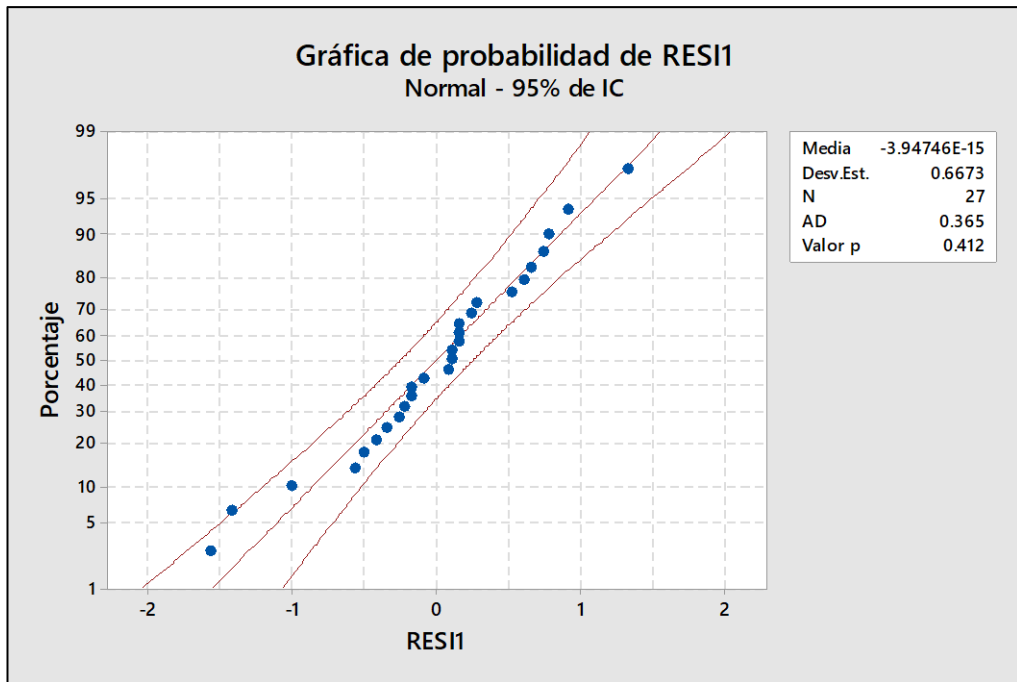
Fuente: elaboración propia

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.850687	99.79%	99.66%	99.41%

Probabilidad

En la figura 36 se tiene la probabilidad de la remoción del arsénico (III), en donde se muestra un valor de p (0.412), dicho valor es mayor al valor de significancia en cual es de 0.05. Esto nos indica que los datos son normales y no se presenta datos atípicos.

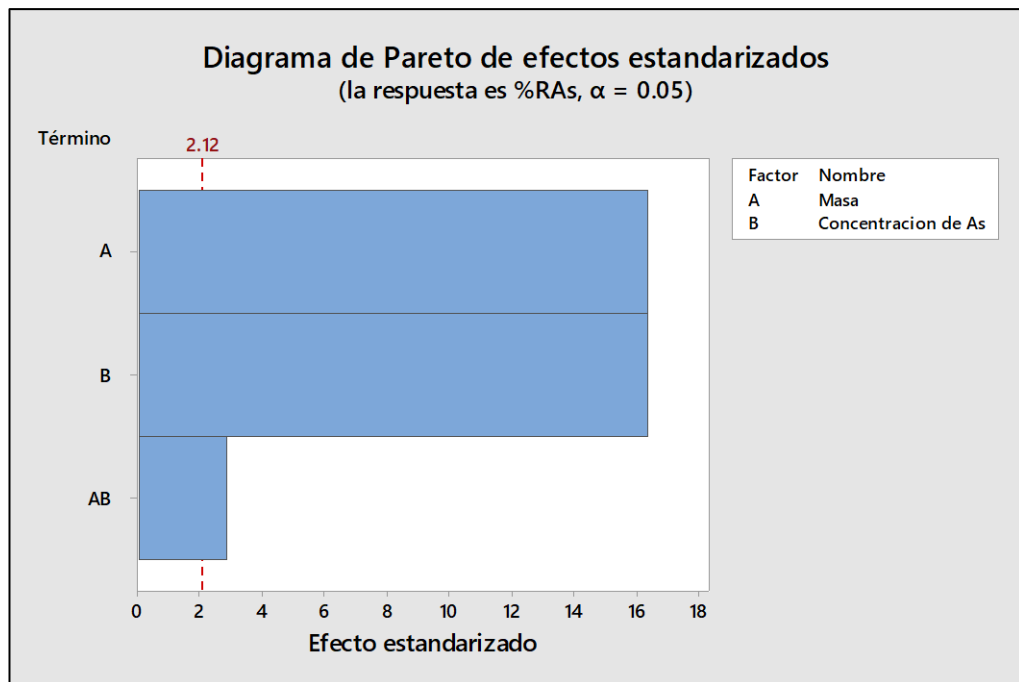


Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Probabilidad de la remoción de arsénico (III).

Contrastación de la hipótesis general

En la contrastación de la hipótesis general del modelo de Langmuir y la cinética de segundo orden describen mejor la dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) en aguas sintéticas a nivel laboratorio, 2021. Se utilizó el análisis de varianza en función de la remoción del arsénico (III) en cual nos da un valor de p de 0.000 este valor es menor que el valor de 0.05 que es el de significancia. Por tal motivo se acepta la hipótesis alterna la cual indica que la isoterma de Langmuir y la cinética de segundo orden describen mejor la dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) en aguas sintéticas a nivel laboratorio, 2021.



Fuente: Elaboración propia

Figura 37 Pareto para la remoción de arsénico (III).

En la figura 37 se muestra la gráfica de Pareto de la masa de valva de caracol y la concentración del arsénico (III), donde se muestra una influencia significativa tanto como datos separados y en la interacción de los dos.

Contrastación de hipótesis específicas

Para la contrastación de las hipótesis de concentraciones mínimas de la muestra de arsénico (III) hace más factible la dinámica de adsorción usando valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021. y elevadas cantidades de valvas de caracol (*Achatina Fulica*) mejora la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua a nivel de laboratorio, 2021. Se utilizó el análisis de varianza y la comparación por tukey.

Basándonos en la tabla 16 del análisis de varianza de la remoción de arsénico (III), se tiene un valor de p de 0.000 para la variable de masa de valva de caracol y para la concentración del arsénico (III), el valor de p es menor que el valor de la significancia de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, la cual afirma que a concentraciones mínimas de la muestra de arsénico (III)

hace más factible la dinámica de adsorción usando valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) a nivel de laboratorio, 2021. y elevadas cantidades de valvas de caracol (*Achatina Fulica*) mejora la dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua a nivel de laboratorio, 2021.

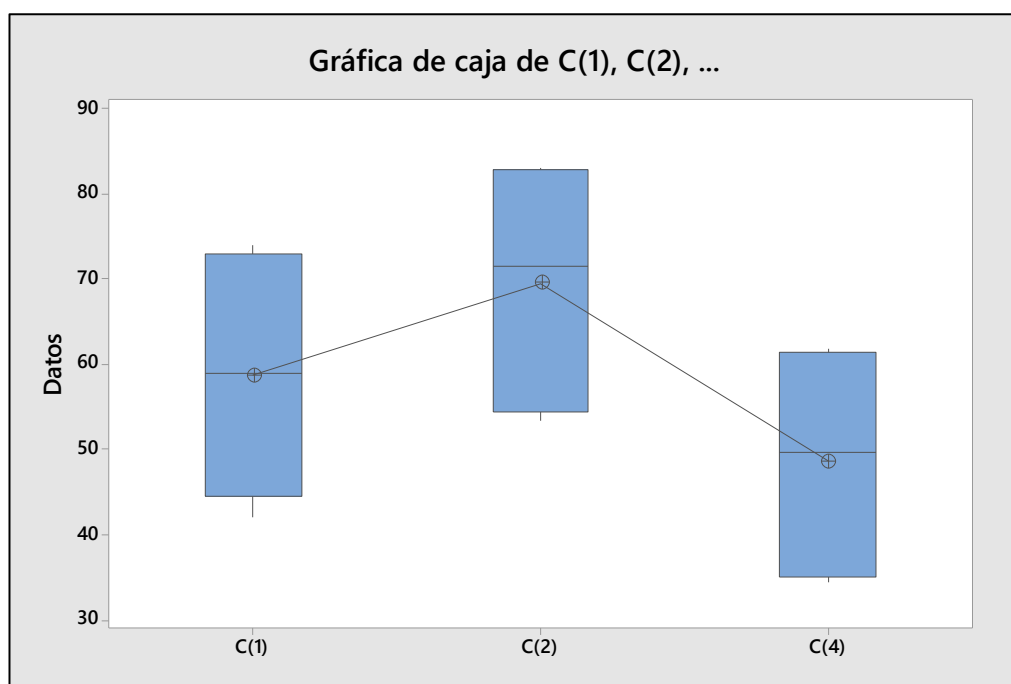
Comparaciones en parejas de Tukey: Concentración de As (III)
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 17 Comparación de Tukey para la concentración de arsénico (III).

Factor	N	Media	Agrupación
C(2)	9	69.50	A
C(1)	9	58.67	A B
C(4)	9	48.64	B

Fuente: elaboración propia

La tabla 17 nos muestra las comparaciones de las medias de las concentraciones de arsénico (III) donde se ve que a concentraciones mínimas de muestra de arsénico se tiene una mayor remoción de arsénico y por lo tanto se hace más factible la dinámica de adsorción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 38 Grafica de cajas para las diferentes concentraciones de arsénico (III).

La figura 38 muestra la gráfica de cajas de las diferentes concentraciones de arsénico (III), en donde se observa que a una concentración de arsénico (III) de 2 mg/L se tiene una remoción del 69.50 % y a una concentración menor de 1 mg/L de 58.67 %.

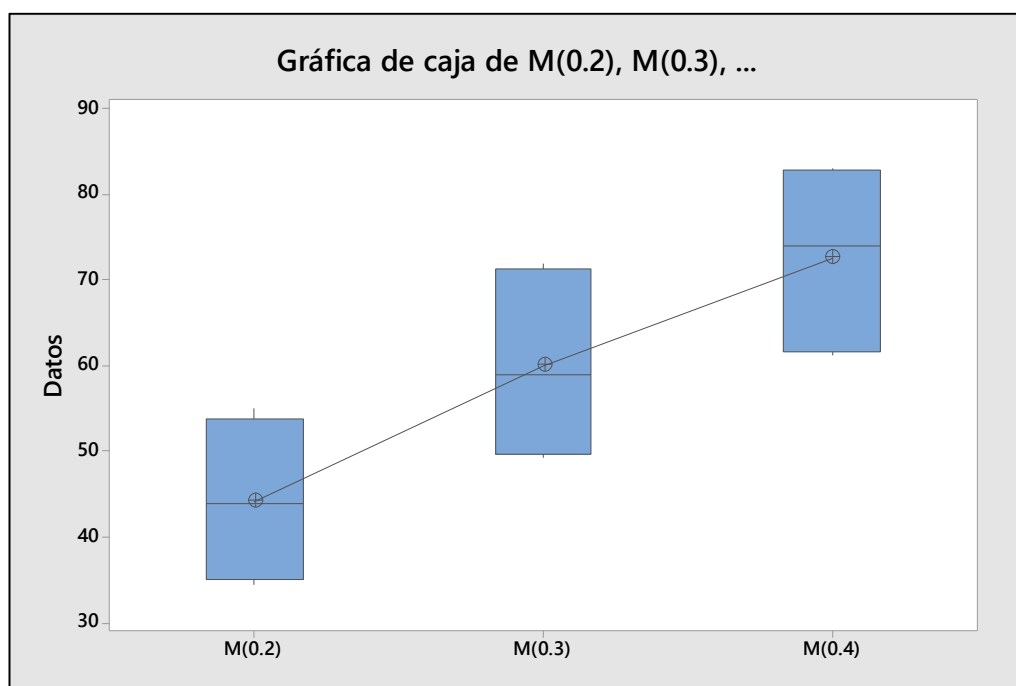
Comparaciones en parejas de Tukey: Masa de valva de caracol
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una
confianza de 95%

Tabla 18 Comparación de Tukey para la masa de valva de caracol.

Factor	N	Media	Agrupación
M(0.4)	9	72.56	A
M(0.3)	9	60.03	B
M(0.2)	9	44.22	C

Fuente: elaboración propia

La tabla 18 nos muestra las comparaciones de las medias de las masas de valva de caracol donde se ve que a elevadas cantidades de valvas de caracol se tiene una mayor remoción de arsénico y por lo tanto se hace más factible la dinámica de adsorción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 39 Grafica de cajas para las diferentes masas de valva de caracol

La figura 39 muestra la gráfica de cajas de las diferentes masas de valva de caracol, en donde se observa que a una masa de 0.4 g se tiene una remoción del 72.56 % y a una masa menor de 0.2 g se tiene una remoción de 44.22 %.

5. DISCUSIÓN

5.1. Grupos funcionales en las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*)

Las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) presentan longitudes de absorbancia de 3543.0 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces O-H presentes en los grupos funcionales hidroxilo, 3465.8 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las aminas, 3242.1 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las amidas, 2912.3 cm^{-1} se advierte la presencia de C-H, 1784.0 cm^{-1} y 1620.1 cm^{-1} que sugieren la presencia de enlaces C=O presentes en los grupos funcionales de los aldehídos y 1479.3 cm^{-1} que advierte la presencia de grupos nitro alcanos. Del mismo modo Laskar et al. (2018) tuvo absorbancias de 3641 cm^{-1} presencia de enlaces O-H, 3450 cm^{-1} grupo amina, 2922 cm^{-1} presencia de C-H grupo alcanos, 1471 cm^{-1} grupo nitro-alcanos. Lo cual indica que hay una similitud en los picos de absorbancia. Los grupos funcionales de hidroxilo influyen en la remoción del arsénico. Las interacciones entre los ligandos -OH en el adsorbente pueden ser más efectivas que las fuerzas electrostáticas y pueden tener un papel más dominante en la adsorción (Foroutan et al. 2019). De acuerdo a Zhu et al. (2016), las bandas de absorción características del arseniato adsorbido eran de 650 cm^{-1} - 1050 cm^{-1} para la vibración de estiramiento de As-OH o As-O. Los resultados de FTIR sugirieron que la atracción electrostática contribuyó ligeramente a la adsorción de As (III) esto estuvo involucrada principalmente a la reacción de base ácida de Lewis (intercambio de ligando).

5.2. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico.

La variación de la concentración inicial del arsénico (III) fue de 1 mg/L , 2 mg/L y 4 mg/L , donde se obtuvo una mayor remoción del arsénico de 83% a una concentración inicial de 2 mg/L . Lo cual se ajusta a la cinética de segundo orden y al modelo de Langmuir. El efecto de la concentración del arsénico inicial también fue estudiado por diversos

autores entre ellos Wang et al. (2018) quien trabajo a varias concentraciones iniciales de arsénico (0-10 $\mu\text{mol/L}$), la adsorción de arsénico se ajustó bien mediante el modelo de pseudo-segundo orden. El aumento de la concentración inicial de As (III) o As (V) aumentó la cantidad de arsénico adsorbido. Se observó una preferencia en la adsorción de As (V) sobre As (III) a concentraciones iniciales de arsénico más altas, pero no fue significativa con $<3.33 \mu\text{mol/L}$ de arsénico. Odoemelam y Eddy (2009b) estudio la remoción de Pb(II) con valva de caracol donde se pudo ver que la cantidad de Pb^{2+} adsorbida aumentó con el tiempo de contacto y disminuyó con la concentración de Pb^{2+} en la solución. Esto implica que la tasa de adsorción de Pb^{2+} por los adsorbentes disminuyó con la concentración. Se investigó el efecto de la concentración de Pb^{2+} sobre el porcentaje de Pb^{2+} adsorbido. En todos los casos, se observó que el % de sorción disminuyó a medida que aumentaba la concentración de Pb^{2+} . La disminución puede deberse a la desorción de Pb^{2+} a medida que aumenta su concentración. También se observó que, por encima de cierta concentración, la adsorción de Pb^{2+} tiende a estabilizarse. En esta etapa, se espera que el efecto del ion común deba haberse establecido. Concluyendo así que a mayor concentración de arsénico (III) inicial menor es la adsorción de arsénico debido a la desorción que puede tener el arsénico.

5.3. Dinámica de adsorción del arsénico (III) a diferentes concentraciones de arsénico y masas de valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*).

La variación de la masa de valva de caracol africano (*Achatina Fulica*) fue de 0.2 g, 0.3 g y 0.4 g, donde se obtuvo una mayor remoción del arsénico de 83 % a una masa de 0.4 g. Lo cual se ajusta a la cinética de segundo orden y al modelo de Langmuir teniendo una capacidad de adsorción del arsénico de 1.5214 mg/g. Foroutan et al. (2019) evaluaron los efectos de la dosis de adsorbente sobre la eficiencia de adsorción de arsénico (V) La eficiencia de adsorción del adsorbente para arsénico (V) aumentó rápidamente con dosis de adsorbente

hasta 1.5 g/L; después de lo cual, la eficiencia de adsorción no mostró cambios significativos. Al aumentar la concentración de adsorbente de 0.25 a 2 g/L, la eficiencia de adsorción de arsénico (V) aumentó de 41.32 a 94.67% para la arcilla natural y de 47.27 a 98.82% para el compuesto de arcilla/Fe-Mn, respectivamente. El aumento de la adsorción con una mayor masa adsorbente se debe al aumento en el número de áreas de superficie y sitios activos disponibles para la adsorción de iones de arsénico.

5.4. Modelo de isoterma y cinética de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*).

Para el estudio de la dinámica de adsorción del arsénico (III) se trabajó con concentraciones de arsénico (III) de 1 mg/L, 2 mg/L y 4 mg/L las cuales fueron preparadas en laboratorio y masas de valva de caracol africano (*Achatina Fulica*) de 0.2 g, 0.3 g y 0.4 g. Donde la mayor remoción de arsénico (III) se dio con una concentración inicial de arsénico (III) de 2 mg/L y a una masa de valva de caracol de 0.4 g, con un porcentaje de 83 %. Valores similares de remoción de arsénico se observa en otros trabajos de investigación como de Rivera y Piña (2005) que obtuvo una remoción del 91 % o de Lorena y Ernesto (2014) que alcanzaron una remoción del 89 %.

Se estudió la cinética de adsorción del arsénico (III) para investigar el comportamiento de sorción del sistema, se trabajó con los mejores datos obtenidos en la remoción del arsénico que dieron como remoción un 83 %. Para la cinética de adsorción se trabajó con una masa de valva de caracol de 0.4 g, tiempos de 60 min, 90 min, 120 min, 150 min y 180 min y una concentración inicial de arsénico (III) de 2 mg/L. con dichos datos se aplicó a las ecuaciones correspondientes de la cinética de adsorción y podemos afirmar que se tiene una cinética de segundo orden debido que la cantidad de As (III) adsorbida calculado teóricamente a partir del modelo de pseudo segundo orden es comparable en magnitud con su valor experimental. Esto sugiere que los datos experimentales actuales siguen el modelo de pseudo segundo orden. Se tuvo una remoción del 83 % logrando el equilibrio

de adsorción a 180 min, con una constante de velocidad de 0.0161 y un valor de R^2 de 0.7466. Del mismo modo otros autores hicieron la investigación de la cinética de adsorción del arsénico como: Chowdhury y Yanful (2010) donde trabajaron a tiempos de 10 min a 240 min utilizando 0.4 g/L de adsorbente en concentraciones iniciales de metal de 1 y 2 mg/L. Las tasas de eliminación observadas de As (III) fue del 92 % llegando al equilibrio de adsorción a las 3 horas y también ajustándose al modelo de segundo orden, de la misma manera Wang et al.(2018) estudio la cinética de adsorción del arsénico, donde sus datos cinéticos para As (III) y As (V) fueron bien ajustados por el modelo de pseudo-segundo orden, asumiendo que la adsorción química en lugar de la difusión física gobierna el paso limitante de la velocidad. Foroutan et al. (2019) estudio la cinética adsorción de arsénico (V) por el compuesto de arcilla natural y arcilla/Fe-Mn la cual fue bien descrita por el modelo de segundo orden como los valores de R^2 más altos se observaron para el modelo segundo orden. Cabe señalar que la capacidad de adsorción ($q_{e.cal}$) calculada mediante el modelo de segundo orden se acerca más a las determinadas a partir de experimentos ($q_{e.exp}$). Como resultado, el modelo de primer orden no describe adecuadamente la cinética de adsorción de arsénico (V) por los adsorbentes estudiados. Concluyendo así que el modelo cinético que mejor describe a la dinámica de adsorción es el del segundo orden ya que la capacidad de adsorción calculada mediante el modelo de segundo orden (1.964 mg/L) se acerca más a las determinadas a partir de experimentos (2 mg/L).

Se desarrolló las isothermas de adsorción para estudiar el equilibrio de la adsorción del material adsorbente en su superficie, se trabajó a diferentes proporciones de masa de valva de caracol y una concentración inicial de arsénico (III) de 2 mg/L, debido a que en esa concentración se tuvo una remoción del 89.5 % de arsénico (III). El modelo de isoterma que se adecuo más a la dinámica de la remoción de arsénico (III) es la isoterma de Langmuir, debido a que tiene un R^2

de 0.9884 mayor al que de la isoterma de Freundlich que es de un R^2 de 0.9629 donde se alcanzó una capacidad de adsorción de 1.5214 mg/g en la isoterma de Langmuir, de igual modo Wang et al. (2018) trabajo las isotermas de adsorción de As (III) y As (V) se ajustaron utilizando las ecuaciones de Freundlich y Langmuir donde la ecuación de Freundlich es una relación empírica entre q_e y C_e con una base racional y la ecuación de Langmuir se basa en los supuestos de una adsorción independiente del sitio y de una monocapa donde el modelo de Langmuir sería más razonable para predecir la adsorción de arsénico debido a que tiene un R^2 de 0.9363 para As(III) y 0.9439 para As(V). Del mismo modo Alvarez y Veli (2014) opto por el modelo de isoterma de Langmuir en el que tuvo un R^2 de 0.957.

Tabla 19 Comparaciones de autores y Tesista.

Autores	Resultados	Tesista	Resultados
Rivera y Piña (2005)	remoción del 91 % de As(III)	Condor /Vega	remoción del 83 % de As(III)
Lorena y Ernesto (2014)	remoción del 89 % de As(III)		
Chowdhury y Yanful (2010)	Modelo de cinética de segundo orden	Condor /Vega	Modelo de cinética de segundo orden
Wang et al.(2018)	modelo de pseudo-segundo orden		
Foroutan et al. (2019)	Modelo de segundo orden		
Wang et al. (2018)	Modelo de isoterma de Langmuir, R^2 de 0.9363	Condor /Vega	Modelo de isoterma de Langmuir, R^2 de 0.9884
Alvarez y Veli (2014)	Modelo de isoterma de Langmuir, R^2 de 0.957		

6. CONCLUSIONES

Se tiene una cinética de segundo orden debido que la cantidad de As (III) adsorbida calculado teóricamente a partir del modelo de pseudo segundo orden es comparable en magnitud con su valor experimental. Esto sugiere que los datos experimentales actuales siguen el modelo de pseudo segundo orden y la isoterma de adsorción fue el modelo de Langmuir donde tuvo un R^2 de 0.9884 y una capacidad de adsorción de 1.5214 mg/g, de igual modo un K_r de 0.07 que es menor a 1 pero mayor a 0, esto quiere decir que la adsorción es favorable

Los grupos funcionales presentes en las valvas de caracol africano (*Achatina Fulica*) fueron: 3543.0 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces O-H presentes en los grupos funcionales hidroxilo, 3465.8 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las aminas, 3242.1 cm^{-1} que indica la presencia de enlaces N-H presentes en los grupos de las amidas, 2912.3 cm^{-1} se advierte la presencia de C-H, 1784.0 cm^{-1} y 1620.1 cm^{-1} que sugieren la presencia de enlaces C=O presentes en los grupos funcionales de los aldehídos y 1479.3 cm^{-1} que advierte la presencia de grupos nitro alcanos. Estos resultados sugirieron que la atracción electrostática contribuyó ligeramente a la adsorción de As (III) esto estuvo involucrada principalmente a la reacción de base ácida de Lewis (intercambio de ligando).

La mejor concentración de arsénico para el análisis de la dinámica de adsorción del arsénico (III), fue a una concentración inicial de 2 mg/L con una mayor remoción de arsénico de 83 %. Este resultado se ajusta a la cinética de segundo orden y al modelo de Langmuir. Concluyendo así que a mayor concentración de arsénico (III) inicial menor es la adsorción de arsénico debido a la desorción que puede tener el arsénico.

La mejor masa de valva de caracol africano (*Achatina Fulica*) para el análisis de la dinámica de adsorción del arsénico (III), fue a una masa de 0.4 g, donde se obtuvo una mayor remoción del arsénico de 83 %. Lo cual se ajusta a la cinética de segundo orden y al modelo de Langmuir teniendo una capacidad de adsorción del arsénico de 1.5214 mg/g. concluyendo

que a mayor masa de adsorbente mayor adsorción debido al aumento en el número de áreas de superficie y sitios activos disponibles para la adsorción de iones de arsénico.

7. RECOMENDACIONES

Analizar la influencia de la variación pH para el estudio de la dinámica de adsorción, ya que el pH afecta la fuerza iónica en la adsorción.

Estudiar el tiempo de contacto del metal a remover con la cantidad de adsorbente que se desea utilizar. Para así obtener un mejor entendimiento de la cinética de adsorción.

Analizar el tamaño de partícula y la superficie de contacto del material adsorbente y ver cómo afecta en la remoción del arsénico.

Estudiar el contenido orgánico de la biomasa de diferentes tipos de caracoles.

REFERENCIAS

- AKINWEKOMI, Vhahangwele, KEFENI, Kebede K., MAREE, Jannie P. y MSAGATI, Titus A.M., Integrated acid mine drainage treatment using $Mg(OH)_2$ or $Mg(HCO_3)_2$ and $Ca(OH)_2$: Implications for separate removal of metals and sulphate. *International Journal of Mineral Processing* [en línea], vol. 155, pp. 83-90. 2016. ISSN 03017516. DOI 10.1016/j.minpro.2016.08.009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.minpro.2016.08.009>.
- AKTAR, Jinat, *Batch adsorption process in water treatment* [en línea]. S.l.: Elsevier Inc., 2021. ISBN 9780128196717. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819671-7.00001-4>.
- ALKURDI, Susan S.A., HERATH, Indika, BUNDSCHUH, Jochen, AL-JUBOORI, Raed A., VITHANAGE, Meththika y MOHAN, Dinesh, Biochar versus bone char for a sustainable inorganic arsenic mitigation in water: What needs to be done in future research? *Environment International* [en línea], vol. 127, no. December 2018, pp. 52-69. 2019. ISSN 18736750. DOI 10.1016/j.envint.2019.03.012. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.012>.
- ÁLVAREZ, J., BOLADO, S., CANCELLO, I. y CALVO, C., Dinámica de adsorción-desorción de Arsénico (V) en suelos de cultivo en Castilla y León. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo* [en línea], vol. VI, no. V, pp. 331-338. 2003. Disponible en: http://www.abe.ufl.edu/Faculty/carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v6/p331-338.pdf.
- ALVAREZ, Lorena y VELI, Luis, 2014. *Remocion De Arsénico Mediante Arcilla Natural Del Agua Procedente Del Manantial de quero - Jauja*. S.l.: s.n.
- BASTAMI, Kazem Darvish, NEYESTANI, Mahmoud Reza, MOLAMOBYEDIN, Neda, SHAFEIAN, Elnaz, HAGHPARAST, Sara, SHIRZADI, Imam Ali y BANIAMAM, Mehrnaz, Bioavailability, mobility, and origination of metals in sediments from Anzali Wetland, Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin* [en

- línea], vol. 136, no. June, pp. 22-32. 2018. ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2018.08.059. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.059>.
- BRUSHAN, Shanti y ALOK, Shashi, Handbook of Research Methodology. *Dimensions Of Critical Care Nursing*, vol. 9, no. 1, pp. 60. 2017. ISSN 0730-4625. DOI 10.1097/00003465-199001000-00018.
- CAMARINHA, Luis, Scientific Research Methodologies and techniques. , pp. 2009-2012. 2012.
- CASTAÑEDA, Michelle, MIRASOL, Mamá Stalin, RAYMUNDO, Lora Elaine y SOLIDUM, Judilyn, Muller (Familia Thiaridae). , vol. 44, pp. 54-59. 2012.
- CHENG, Bei, LE, Yao, CAI, Weiquan y YU, Jiaguo, Synthesis of hierarchical Ni (OH)₂ and NiO nanosheets and their adsorption kinetics and isotherms to Congo red in water. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 185, no. 2-3, pp. 889-897. 2011. ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2010.09.104. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.09.104>.
- CHOWDHURY, Saidur Rahman y YANFUL, Ernest K., Arsenic and chromium removal by mixed magnetite e maghemite nanoparticles and the effect of phosphate on removal. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 91, no. 11, pp. 2238-2247. 2010. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2010.06.003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.003>.
- COOLING, nobilis Giant African Snail. *Commission, Marine Fisheries Threat, Ecological America, North*, 2005.
- EDOKPAYI, Joshua N., ODIYO, John O., POPOOLA, Elizabeth O. y ALAYANDE, Oluwagbemiga S., Síntesis y caracterización de biopolímero quitosano Derivado de conchas caracol de tierra y su potencial de Pb 2 + Solución fromAqueous la eliminación. , pp. 8630-8640. 2015.
- FOO, K.Y. y HAMEED, B.H., Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. , vol. 156, pp. 2-10. 2010. DOI 10.1016/j.cej.2009.09.013.

- FOROUTAN, Rauf, MOHAMMADI, Reza, ADELEYE, Adeyemi S., FARJADFARD, Sima, ESVANDI, Zahra, ARFAEINIA, Hossein, SORIAL, George A., RAMAVANDI, Bahman y SAHEBI, Soleyman, Efficient arsenic(V) removal from contaminated water using natural clay and clay composite adsorbents. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, no. 29, pp. 29748-29762. 2019. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-019-06070-5.
- HARE, Vishvas, CHOWDHARY, Pankaj y SINGH, Anil Kumar, *Arsenic toxicity: adverse effect and recent advance in microbes mediated bioremediation* [en línea]. S.l.: INC, 2020. ISBN 9780128190012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00004-8>.
- HARLAND, Darci, An Introduction to Experimental Research An Introduction to Exploratory Research. *Nursing*, vol. 4, no. 3, pp. 6. 2015. ISSN 01420372.
- HO, Yuh-shan, Removal of copper ions from aqueous solution by tree fern. , vol. 37, no. 250, pp. 2323-2330. 2003. DOI 10.1016/S0043-1354(03)00002-2.
- HOSSAIN, Asif y ADITYA, Gautam, Biosorption of cadmium from aqueous solution by shell dust of the fresh water snail *Melanoides tuberculata*. *Bioremediation Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 80-91. 2015. ISSN 15476529. DOI 10.1080/10889868.2014.938725.
- INAM, Edu, ETIM, Ubong, EDUOK, Ubong y ESSIEN, Joseph, International Journal of Pharmaceutical Research Heavy Metals Sorption Potential of Calcareous shells of Animal Origin. , vol. 3, no. 3, pp. 184-194. 2012.
- JOHNSON, Matilda O., COHLY, Hari H.P., ISOKPEHI, Raphael D. y AWOFOLU, Omotayo R., The Case for Visual Analytics of Arsenic Concentrations in Foods. , no. i, pp. 1970-1983. 2010. DOI 10.3390/ijerph7051970.
- KUMAR, Vinod, PARIHAR, Ripu Daman, SHARMA, Anket, BAKSHI, Palak, SINGH SIDHU, Gagan Preet, BALI, Aditi Shreeya, KARAOUZAS, Ioannis, BHARDWAJ, Renu, THUKRAL, Ashwani Kumar, GYASI-AGYEI, Yeboah y RODRIGO-COMINO, Jesús, Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. *Chemosphere* [en línea], vol. 236, pp.

124364. 2019. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.124364. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124364>.
- LASKAR, Ikkal Bahar, RAJKUMARI, Kalyani, GUPTA, Rajat, CHATTERJEE, Sushovan, PAUL, Bappi y ROKHUM, Lalthazuala, Waste snail shell derived heterogeneous catalyst for biodiesel production by the transesterification of soybean oil. *RSC Advances*, vol. 8, no. 36, pp. 20131-20142. 2018. ISSN 20462069. DOI 10.1039/c8ra02397b.
- LI, Ying, YUE, Qinyan y GAO, Baoyu, Cinética de adsorción y desorción de Cu (II) y Zn (II) de una solución acuosa sobre ácido húmico. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 178, no. 1-3, pp. 455-461. 2010. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2010.01.103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.01.103>.
- LOPEZ, Milton, 2017. Especie invasora y voraz: el caracol africano se propaga en el norte del Perú tras el Niño Costero. *Mongabay Latam* [en línea]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/05/caracol-africano-peru/#:~:text=English>) (□□□□□)-,Especie invasora y voraz%3A el caracol africano se propaga en,Perú tras el Niño Costero&text=En 1977%2C el caracol africano,Perú es su nueva víctima.
- ODOEMELAM, Stevens A. y EDDY, Nnabuk Okon, Estudios sobre el uso de ostras, caracoles y Cáscaras del bígaro como adsorbentes para la eliminación de Pb²⁺ de la solución acuosa. *E-Journal of Chemistry*, vol. 6, no. 1, pp. 213-222. 2009a. ISSN 09734945. DOI 10.1155/2009/407549.
- ODOEMELAM, Stevens A. y EDDY, Nnabuk Okon, Studies on the Use of Oyster , Snail and Periwinkle Shells as Adsorbents for the Removal of Pb²⁺ from Aqueous Solution. , vol. 6, no. 1, pp. 213-222. 2009b.
- OKUR, Hamit, Experimental research methodologies. *Turkish Association of Pediatric Surgeons*, pp. 37-46. 2016. ISSN 13055194. DOI 10.5222/jtaps.2016.007.
- OYEWO, Opeyemi A., ADENIYI, Amos, BOPAPE, Mokgadi F. y ONYANGO, Maurice S., *Heavy metal mobility in surface water and soil, climate change, and soil interactions* [en línea]. S.I.: LTD, 2020. ISBN 9780128180327.

- Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00004-7>.
- PAL, Parimal, *Adsorption Method of Arsenic Separation from Water*. S.l.: s.n., 2015. ISBN 9780128012819.
- RAJENDRAN, Robin Marlar, GARG, Sangeeta y BAJPAI, Shailendra, 2020. Study of transport models for arsenic removal using nanofiltration process: recent perspectives. *Emerging Technologies in Environmental Bioremediation* [en línea]. S.l.: INC, pp. 391-405. ISBN 9780128198605. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819860-5.00017-1>.
- RIVERA, Maria y PIÑA, Martin, Tratamiento de agua para remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada. [en línea], pp. 1-11. 2005. Disponible en: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.
- SHIH, Ming Cheng, An overview of arsenic removal by pressure-driven membrane processes. *Desalination*, vol. 172, no. 1, pp. 85-97. 2005. ISSN 00119164. DOI 10.1016/j.desal.2004.07.031.
- SUNDAY, E.A. y MAGU, T.O., Determination of some metal contents in ashed and unashed snail shell powders. *World News Natural Sciences*, vol. 7, pp. 37-41. 2017. ISSN World News Natural Sciences.
- TEJADA, Candelaria, ORTIZ, Angel y GARCES, Luz, Cinética de adsorción para la Remoción de mercurio Usando residuos de yuca (Manhiot esculenta) y Limon (Citrus limonum). , vol. 19, no. 2, pp. 283-298. 2015.
- TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Angel y RUIZ, Erika, Cinética de adsorción de Cr (VI) usando biomasas residuales modificadas químicamente en sistemas por lotes y continuo. *Revista Ion*, vol. 28, no. 1, pp. 29-41. 2015.
- THIRUNAVUKKARASU, O.S. y VIRARAGHAVAN, T., Organic arsenic removal from drinking water. , vol. 4, pp. 415-421. 2002.
- WANG, Junbo, XU, Jing, XIA, Jun, WU, Feng y ZHANG, Yanjun, A kinetic study of concurrent arsenic adsorption and phosphorus release during sediment resuspension. *Chemical Geology* [en línea], vol. 495, no. March, pp. 67-75. 2018. ISSN 00092541. DOI 10.1016/j.chemgeo.2018.08.003. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2018.08.003>.

XU, Zhe, CAI, Jian-guo y PAN, Bing-cai, Mathematically modeling fixed-bed adsorption in aqueous systems. , vol. 14, no. 3, pp. 155-176. 2013. DOI 10.1631/jzus.A1300029.

ZHU, Ningyuan, YAN, Tingmei, QIAO, Jun y CAO, Honglei, Adsorption of arsenic, phosphorus and chromium by bismuth impregnated biochar: Adsorption mechanism and depleted adsorbent utilization. *Chemosphere* [en línea], vol. 164, pp. 32-40. 2016. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2016.08.036. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.036>.

ZUMDAHL, Steven, 2020. Agua. *Chemical Principles*. 2020. pp. 145.

AKINWEKOMI, Vhahangwele, KEFENI, Kebede K., MAREE, Jannie P. y MSAGATI, Titus A.M., Integrated acid mine drainage treatment using Mg(OH)₂ or Mg(HCO₃)₂ and Ca(OH)₂: Implications for separate removal of metals and sulphate. *International Journal of Mineral Processing* [en línea], vol. 155, pp. 83-90. 2016. ISSN 03017516. DOI 10.1016/j.minpro.2016.08.009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.minpro.2016.08.009>.

AKTAR, Jinat, *Batch adsorption process in water treatment* [en línea]. S.I.: Elsevier Inc., 2021. ISBN 9780128196717. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819671-7.00001-4>.

ALKURDI, Susan S.A., HERATH, Indika, BUNDSCHUH, Jochen, AL-JUBOORI, Raed A., VITHANAGE, Meththika y MOHAN, Dinesh, Biochar versus bone char for a sustainable inorganic arsenic mitigation in water: What needs to be done in future research? *Environment International* [en línea], vol. 127, no. December 2018, pp. 52-69. 2019. ISSN 18736750. DOI 10.1016/j.envint.2019.03.012. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.012>.

ÁLVAREZ, J., BOLADO, S., CANCELLO, I. y CALVO, C., Dinámica de adsorción-desorción de Arsénico (V) en suelos de cultivo en Castilla y León. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo* [en línea], vol. VI, no. V, pp. 331-338.

2003. Disponible en:
http://www.abe.ufl.edu/Faculty/carpenna/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v6/p331-338.pdf.
- ALVAREZ, Lorena y VELI, Luis, 2014. *Remocion De Arsénico Mediante Arcilla Natural Del Agua Procedente Del Manantial de quero - Jauja*. S.l.: s.n.
- BASTAMI, Kazem Darvish, NEYESTANI, Mahmoud Reza, MOLAMOBYEDIN, Neda, SHAFEIAN, Elnaz, HAGHPARAST, Sara, SHIRZADI, Imam Ali y BANIAMAM, Mehrnaz, Bioavailability, mobility, and origination of metals in sediments from Anzali Wetland, Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin* [en línea], vol. 136, no. June, pp. 22-32. 2018. ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2018.08.059. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.059>.
- BRUSHAN, Shanti y ALOK, Shashi, Handbook of Research Methodology. *Dimensions Of Critical Care Nursing*, vol. 9, no. 1, pp. 60. 2017. ISSN 0730-4625. DOI 10.1097/00003465-199001000-00018.
- CAMARINHA, Luis, Scientific Research Methodologies and techniques. , pp. 2009-2012. 2012.
- CASTAÑEDA, Michelle, MIRASOL, Mamá Stalin, RAYMUNDO, Lora Alaine y SOLIDUM, Judilyn, Muller (Familia Thiaridae). , vol. 44, pp. 54-59. 2012.
- CHENG, Bei, LE, Yao, CAI, Weiquan y YU, Jiaguo, Synthesis of hierarchical Ni (OH)₂ and NiO nanosheets and their adsorption kinetics and isotherms to Congo red in water. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 185, no. 2-3, pp. 889-897. 2011. ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2010.09.104. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.09.104>.
- CHOWDHURY, Saidur Rahman y YANFUL, Ernest K., Arsenic and chromium removal by mixed magnetite e maghemite nanoparticles and the effect of phosphate on removal. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 91, no. 11, pp. 2238-2247. 2010. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2010.06.003. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.003>.

- COOLING, nobilis Giant African Snail. *Commission, Marine Fisheries Threat, Ecological America, North*, 2005.
- EDOKPAYI, Joshua N., ODIYO, John O., POPOOLA, Elizabeth O. y ALAYANDE, Oluwagbemiga S., Síntesis y caracterización de biopolímero quitosano Derivado de conchas caracol de tierra y su potencial de Pb 2 + Solución fromAqueous la eliminación. , pp. 8630-8640. 2015.
- FOO, K.Y. y HAMEED, B.H., Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. , vol. 156, pp. 2-10. 2010. DOI 10.1016/j.cej.2009.09.013.
- FOROUTAN, Rauf, MOHAMMADI, Reza, ADELEYE, Adeyemi S., FARJADFARD, Sima, ESVANDI, Zahra, ARFAEINIA, Hossein, SORIAL, George A., RAMAVANDI, Bahman y SAHEBI, Soleyman, Efficient arsenic(V) removal from contaminated water using natural clay and clay composite adsorbents. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, no. 29, pp. 29748-29762. 2019. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-019-06070-5.
- HARE, Vishvas, CHOWDHARY, Pankaj y SINGH, Anil Kumar, *Arsenic toxicity: adverse effect and recent advance in microbes mediated bioremediation* [en línea]. S.l.: INC, 2020. ISBN 9780128190012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00004-8>.
- HARLAND, Darci, An Introduction to Experimental Research An Introduction to Exploratory Research. *Nursing*, vol. 4, no. 3, pp. 6. 2015. ISSN 01420372.
- HO, Yuh-shan, Removal of copper ions from aqueous solution by tree fern. , vol. 37, no. 250, pp. 2323-2330. 2003. DOI 10.1016/S0043-1354(03)00002-2.
- HOSSAIN, Asif y ADITYA, Gautam, Biosorption of cadmium from aqueous solution by shell dust of the fresh water snail *Melanoides tuberculata*. *Bioremediation Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 80-91. 2015. ISSN 15476529. DOI 10.1080/10889868.2014.938725.
- INAM, Edu, ETIM, Ubong, EDUOK, Ubong y ESSIEN, Joseph, International Journal of Pharmaceutical Research Heavy Metals Sorption Potential of Calcareous shells of Animal Origin. , vol. 3, no. 3, pp. 184-194. 2012.

- JOHNSON, Matilda O., COHLY, Hari H.P., ISOKPEHI, Raphael D. y AWOFOLU, Omotayo R., The Case for Visual Analytics of Arsenic Concentrations in Foods. , no. i, pp. 1970-1983. 2010. DOI 10.3390/ijerph7051970.
- KUMAR, Vinod, PARIHAR, Ripu Daman, SHARMA, Anket, BAKSHI, Palak, SINGH SIDHU, Gagan Preet, BALI, Aditi Shreeya, KARAOUZAS, Ioannis, BHARDWAJ, Renu, THUKRAL, Ashwani Kumar, GYASI-AGYEI, Yeboah y RODRIGO-COMINO, Jesús, Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. *Chemosphere* [en línea], vol. 236, pp. 124364. 2019. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.124364. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124364>.
- LASKAR, Ikbah Bahar, RAJKUMARI, Kalyani, GUPTA, Rajat, CHATTERJEE, Sushovan, PAUL, Bappi y ROKHUM, Lalthazuala, Waste snail shell derived heterogeneous catalyst for biodiesel production by the transesterification of soybean oil. *RSC Advances*, vol. 8, no. 36, pp. 20131-20142. 2018. ISSN 20462069. DOI 10.1039/c8ra02397b.
- LI, Ying, YUE, Qinyan y GAO, Baoyu, Cinética de adsorción y desorción de Cu (II) y Zn (II) de una solución acuosa sobre ácido húmico. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 178, no. 1-3, pp. 455-461. 2010. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2010.01.103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.01.103>.
- LOPEZ, Milton, 2017. Especie invasora y voraz: el caracol africano se propaga en el norte del Perú tras el Niño Costero. *Mongabay Latam* [en línea]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/05/caracol-africano-peru/#:~:text=English>) (□□□□□)-,Especie invasora y voraz%3A el caracol africano se propaga en,Perú tras el Niño Costero&text=En 1977%2C el caracol africano,Perú es su nueva víctima.
- ODOEMELAM, Stevens A. y EDDY, Nnabuk Okon, Estudios sobre el uso de ostras, caracoles y Cáscaras del bigaro como adsorbentes para la eliminación de Pb²⁺ de la solución acuosa. *E-Journal of Chemistry*, vol. 6, no. 1, pp. 213-222. 2009a. ISSN 09734945. DOI 10.1155/2009/407549.

- ODOEMELAM, Stevens A. y EDDY, Nnabuk Okon, Studies on the Use of Oyster , Snail and Periwinkle Shells as Adsorbents for the Removal of Pb 2 + from Aqueous Solution. , vol. 6, no. 1, pp. 213-222. 2009b.
- OKUR, Hamit, Experimental research methodologies. *Turkish Association of Pediatric Surgeons*, pp. 37-46. 2016. ISSN 13055194. DOI 10.5222/jtaps.2016.007.
- OYEWO, Opeyemi A., ADENIYI, Amos, BOPAPE, Mokgadi F. y ONYANGO, Maurice S., *Heavy metal mobility in surface water and soil, climate change, and soil interactions* [en línea]. S.I.: LTD, 2020. ISBN 9780128180327. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00004-7>.
- PAL, Parimal, *Adsorption Method of Arsenic Separation from Water*. S.I.: s.n., 2015. ISBN 9780128012819.
- RAJENDRAN, Robin Marlar, GARG, Sangeeta y BAJPAI, Shailendra, 2020. Study of transport models for arsenic removal using nanofiltration process: recent perspectives. *Emerging Technologies in Environmental Bioremediation* [en línea]. S.I.: INC, pp. 391-405. ISBN 9780128198605. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819860-5.00017-1>.
- RIVERA, Maria y PIÑA, Martin, Tratamiento de agua para remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada. [en línea], pp. 1-11. 2005. Disponible en: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.
- SHIH, Ming Cheng, An overview of arsenic removal by pressure-driven membrane processes. *Desalination*, vol. 172, no. 1, pp. 85-97. 2005. ISSN 00119164. DOI 10.1016/j.desal.2004.07.031.
- SUNDAY, E.A. y MAGU, T.O., Determination of some metal contents in ashed and unashed snail shell powders. *World News Natural Sciences*, vol. 7, pp. 37-41. 2017. ISSN World News Natural Sciences.
- TEJADA, Candelaria, ORTIZ, Angel y GARCES, Luz, Cinética de adsorción para la Remoción de mercurio Usando residuos de yuca (Manhiot esculenta) y Limon (Citrus limonum). , vol. 19, no. 2, pp. 283-298. 2015.

- TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Angel y RUIZ, Erika, Cinética de adsorción de Cr (VI) usando biomásas residuales modificadas químicamente en sistemas por lotes y continuo. *Revista Ion*, vol. 28, no. 1, pp. 29-41. 2015.
- THIRUNAVUKKARASU, O.S. y VIRARAGHAVAN, T., Organic arsenic removal from drinking water. , vol. 4, pp. 415-421. 2002.
- WANG, Junbo, XU, Jing, XIA, Jun, WU, Feng y ZHANG, Yanjun, A kinetic study of concurrent arsenic adsorption and phosphorus release during sediment resuspension. *Chemical Geology* [en línea], vol. 495, no. March, pp. 67-75. 2018. ISSN 00092541. DOI 10.1016/j.chemgeo.2018.08.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2018.08.003>.
- XU, Zhe, CAI, Jian-guo y PAN, Bing-cai, Mathematically modeling fixed-bed adsorption in aqueous systems. , vol. 14, no. 3, pp. 155-176. 2013. DOI 10.1631/jzus.A1300029.
- ZHU, Ningyuan, YAN, Tingmei, QIAO, Jun y CAO, Honglei, Adsorption of arsenic, phosphorus and chromium by bismuth impregnated biochar: Adsorption mechanism and depleted adsorbent utilization. *Chemosphere* [en línea], vol. 164, pp. 32-40. 2016. ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2016.08.036. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.036>.
- ZUMDAHL, Steven, 2020. Agua. *Chemical Principles*. 2020. pp. 145.

ANEXOS

Anexo N° 1. Declaración de originalidad de las autoras

	ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS	CODIGO: VERSION: FECHA: 10/03/2021 PAGINA:
<p>Yo, Hayde Suarez Alvites docente de la facultad de Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la Tesis titulada:</p> <p>"Dinámica de adsorción de arsénico (III) con valvas de caracol africano (<i>Achatina fulica</i>) a nivel laboratorio 2021, de las estudiantes Vega Rojas Saouri Mirella y Cóndor Alfaro Felipa Isabel constato que la investigación tiene índice de similitud de 15% verificable en el reporte del programa Turnitin.</p> <p>El/ la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender a tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecida por la universidad Cesar Vallejo.</p> <p style="text-align: center;">Lima, 10 de marzo del 2021</p> <div style="text-align: center;"> Mg. Sc. Ing. Haydee Suarez Alvites DNI: 07088154</div>		

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Masa de valva de caracol	De acuerdo a Cooling (2005) el caracol africano (<i>A. fulica</i>) tiene una cáscara cónica estrecha, que es dos veces más larga que ancha y contiene de 7 a 9 verticilos cuando está completamente desarrollada.	La masa de valva de caracol fue medida teniendo en cuenta la dosis y los grupos funcionales.	Dosis	Masa 1 = 0,2 Masa 2 = 0,3 Masa 3 = 0,4	g
			Grupos funcionales	Grupo hidroxilo, aminas, amidas y aldehídos	nm
VARIABLE DEPENDIENTE					
Dinámica de adsorción de arsénico (III)	Chowdhary y Singh (2020) define que el arsénico ha sido una amenaza extrema e involuntaria para los humanos durante mucho tiempo por ello	La dinámica de adsorción de arsénico (III) en aguas sintéticas fueron medidas teniendo en cuenta su cinética de adsorción, isoterma de adsorción,	Cinética de adsorción	Tiempo 1= 60 Tiempo 2= 90 Tiempo 3= 120 Tiempo 4= 150 Tiempo 5= 180	min

	se aplica mecanismos de remoción.	concentración de arsénico (III) y la remoción del arsénico (III)	Isoterma de adsorción	Masa 1 = 0,1 Masa 2 = 0,2 Masa 3 = 0,3 Masa 4 = 0,4 Masa 5 = 0,5	g
			Concentración de arsénico(III)	Concentración 1= 1 Concentración 2= 2 Concentración 3= 4	mg/L
			Remoción de arsénico(III)	Porcentaje	%

Anexo N° 3. Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1. FICHA DE FORMATO DE CAMPO

TITULO	Dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>) a nivel de laboratorio, 2021
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
REALIZADO POR	Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella
ASESOR	Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé

UBICACION

DISTRITO	San Ramón
PROVINCIA	Chanchamayo
DEPARTAMENTO	Junín
COORDENADAS GEOGRAFICAS	-11.130297, -75,361213

Observaciones


Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
CIP:41138



FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 210896



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

2. FICHA DE DATOS DE LOS GRUPOS FUNCIONALES

TITULO	Dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>) a nivel de laboratorio, 2021
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
REALIZADO POR	Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella
ASESOR	Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé

CODIGO	N	Pico de adsorción	Grupo Funcional
	1	3543,0 cm ⁻¹	O-H
	2	3465.8 cm ⁻¹	N-H
	3	3242.1 cm ⁻¹	N-H
	4	2912,3 cm ⁻¹	C-H
	5	1784,0 cm ⁻¹	C=O
	6	1620,1 cm ⁻¹	C=O
	7	1479,3 cm ⁻¹	Nitro Alcanos

Observaciones	
---------------	--


Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
CIP:41138


FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 210896



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

3. FICHA DE DATOS DE LA CARACTERIZACION DEL ARSENICO (III)


TITULO	Dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>) a nivel de laboratorio, 2021
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
REALIZADO POR	Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella
ASESOR	Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé

CÓDIGO	CARACTERIZACION DEL ARSENICO (III) EN AGUA SILICONADA (mg/L)
	1
	2
	4

Observaciones	
---------------	--


Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
CIP:41138


FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 210896



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

4. FICHA DE RESULTADOS	
TITULO	Dinámica de adsorción del arsénico (III) en agua, con valvas de caracol africano (<i>Achatina Fulica</i>) a nivel de laboratorio, 2021
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y Gestión de los recursos naturales
FACULTAD	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
REALIZADO POR	Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella
ASESOR	Mg., Sc. Suárez Alvites, Haydeé

		Masa de la valva de caracol (g)			
		Concentración del As ⁺³ (mg/L)	0.2	0.3	0.4
replica 1	1		42.0 %	59.0 %	74.0 %
	2		53.5 %	72.0 %	82.5 %
	4		35.3 %	49.8 %	61.5 %
replica 2	1		44.0 %	60.0 %	72.0 %
	2		55.0 %	71.5 %	83.0 %
	4		34.8 %	49.3 %	61.8 %
replica 3	1		45.0 %	58.0 %	74.0 %
	2		54.0 %	71.0 %	83.0 %
	4		34.5 %	49.8 %	61.3 %

Masa de la valva de caracol (g)					
Concentración de As(III) (mg/L)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
2	1.45 mg/L	0.92 mg/L	0.58 mg/L	0.34 mg/L	0.21mg/L
Tiempo (min)					
Concentración de As(III) (mg/L)	60	90	120	150	180
2	1.41 mg/L	1.02 mg/L	0.89 mg/L	0.75 mg/L	0.34mg/L


Dr. HORACIO ACOSTA S.
CIP N° 25450


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
CIP:41138


FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 210896

Anexo N° 4. Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Dr. Ingeniero Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de formato de campo**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Huancayo, 25 de enero del 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Universidad César Vallejo**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Dr. Ingeniero Químico**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos del tamaño de partícula**
 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Huancayo, 25 de enero del 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Dr. Ingeniero Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos de la caracterización del arsénico (III)**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Huancayo, 25 de enero del 2021


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 C.I.P. N° 25450

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Dr. Ingeniero Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de resultados**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Huancayo, 25 de enero del 2021


DR. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Loayza Morales Cesar Augusto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Catedrático De La UNCP**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ingeniería Química Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de formato de campo**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

Huancayo, 25 de enero del 2021


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
 CIP:41138

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Loayza Morales Cesar Augusto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Catedrático De La UNCP**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ingeniería Química Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos del tamaño de partícula**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
CIP:41138

Huancayo, 25 de enero del 2021

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Loayza Morales Cesar Augusto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Catedrático De La UNCP**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ingeniería Química Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos de la caracterización del arsénico (III)**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

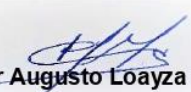
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
 CIP:41138

Huancayo, 25 de enero del 2021

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Loayza Morales Cesar Augusto
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Catedrático De La UNCP**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ingeniería Química Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de resultados**
 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

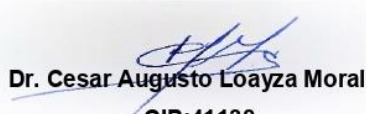
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

Huancayo, 25 de enero del 2021


Dr. Cesar Augusto Loayza Morales
 CIP:41138

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Ciriaco Fiorella Stefany

1.2. Cargo e institución donde labora: **Sub Gerente de la Consultora Grupo JHACC SAC**

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ms. Ingeniería Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de formato de campo**

1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

Huancayo, 25 de enero del 2021



FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 210896

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Ciriaco Fiorella Stefany
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Sub Gerente de la Consultora Grupo JHACC SAC
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ms. Ingeniería Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos del tamaño de partícula**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85



FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 210696

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Ciriaco Fiorella
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Sub Gerente de la Consultora Grupo JHACC SAC
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ms. Ingeniería Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de datos de la caracterización del arsénico (III)**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90



FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 210896

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Ciriaco Fior

1.2. Cargo e institución donde labora: Sub Gerente SAC

IACC

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ms. Ingeniería Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de resultados**

1.5. Autora de Instrumento: **Condor Alfaro, Felipa Isabel /Vega Rojas, Saouri Mirella**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90



FIORELLA STEFANY
MENDOZA CIRIACO
INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 210896

Huancayo, 25 de enero del 2021

Anexo N° 5. Reportes de Laboratorio



LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES TÚ MEJOR OPCIÓN EN SOLUCIONES AMBIENTALES

INFORME DE ENSAYO N° 1-075-002/21

Solicitante : FELIPA CONDOR ALFARO.
Domicilio legal : Av. Panamericana s/n Huancan.
Muestra(s) declarada(s) : Solución Preparada y Tratadas
Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el solicitante.
Cantidad de muestras para el Ensayo : 34 muestra x 100 mL.
Forma de Presentación : Botella plástico cerrado, buen estado.
Fecha de recepción : 02/02/2021.
Fecha de inicio del ensayo : 03/02/2021.
Fecha de término del ensayo : 12/02/2021.
Fecha de emisión de informe : 22/02/2021.

ANÁLISIS DE ARSENICO

ENSAYOS	UNIDAD	Código	Resultado	Código	Resultado	Código	Resultado
ARSENICO	mg/L	F00	0.58	F12	0.40	F24	0.26
		F01	0.93	F13	0.57	F25	0.34
		F02	2.59	F14	2.03	F26	1.55
		F03	0.41	F15	0.28	F27	1.45
		F04	0.56	F16	0.34	F28	0.58
		F05	2.01	F17	1.53	F29	0.21
		F06	0.26	F18	0.55	F30	1.41
		F07	0.35	F19	0.92	F31	1.02
		F08	1.54	F20	2.62	F32	0.89
		F09	0.56	F21	0.42	F33	0.75
		F10	0.90	F22	0.58	--	---
		F11	2.61	F23	2.01	--	---

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

MÉTODOS

Arsénico: Azul de Molibdeno (método interno del laboratorio).

Huancayo, 22 de febrero de 2021

Ing. J. C. Ochoa L.
INGENIERO QUÍMICO
C.P. N° 12423

OBSERVACIONES

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(*) Validez del documento: Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES.

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Oficina Principal
Jr. Santa Rosa N°1361 - El Tambo
T. (064) 413156/947879674/ 971718825
logistica@gruposjhacc.com

**INFORME DE ENSAYO
IE-010321-01**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : FELIPA ISABEL CONDOR ALFARO
1.2 RUC/DNI : 41681329

2. FECHAS

2.1 Inicio : 01 de Marzo de 2021
2.2 Fin : 08 de Marzo de 2021
2.3 Emisión de informe : 09 de Marzo de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.2 °C
3.2 Humedad Relativa : 61.8 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado : Determinación de arsénico
4.2 Método utilizado : ICP-MS (espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente)

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de las muestras analizadas

Código Interno de Muestra	Nombre de Muestra
S-1006	F-001 (AGUA SINTÉTICA)
S-1007	F-002 (AGUA SINTÉTICA)
S-1008	F-003 (AGUA SINTÉTICA)

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: Resultados Obtenidos de Ensayo

Muestra	Unid	Método	Resultado
S-1006	mg/L	ICP-MS (espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente)	1.97
S-1007	mg/L		0.91
S-1008	mg/L		0.32

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Anexo N° 6. Resultado del porcentaje de similitud según el Turniting

edback studio Saouri Mirella VEGA ROJAS Dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (Achatina fulica) a nivel de laboratorio, 2021



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título de la Tesis

Dinámica de adsorción del arsénico (III) con valvas de caracol africano (*Achatina fulica*) a nivel de laboratorio, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTORES:

Condor Alfaro, Felipa Isabel (0000-0003-0936-6247)
Vega Rojas, Saouri Mirella (0000-0001-6911-2703)

Resumen de coincidencias

15 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	es.mongabay.com Fuente de Internet	1 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	scielo.sld.cu Fuente de Internet	1 %
5	www.hindawi.com Fuente de Internet	1 %

Activar Windows. Ve a Configuración para activar Windows.

1 de 67 Número de palabras: 13881 Text-only Report High Resolution Activado