



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Arsénico (As) elevado y su reducción por bioadsorción como
tratamiento accesible del agua potable contaminada: Una
revisión sistemática y meta-análisis**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Escudero Santillan, Steffany Aracely (orcid.org/0000-0002-3705-1739)

Rodriguez Uriarte, Kevin (orcid.org/0000-0002-3057-6639)

ASESOR:

Dr. Munive Cerron, Ruben Victor (orcid.org/0000-0001-8951-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este proyecto de investigación tiene una profunda dedicatoria especial para todos aquellos que nos ayudaron a hacer realidad nuestro trabajo. En primer lugar, le dedicamos nuestra tesis a Dios, al cual le agradecemos profundamente por habernos concedido el don de la inspiración y la voluntad para empezar y terminar con esmero este proyecto. Seguidamente, a nuestros familiares, aquellas personas maravillosas que nos han brindado todo su amor incondicional y su apoyo moral, haciendo posible la realización de nuestra investigación; sin ellos, simplemente no habiéramos seguido adelante. También dedicamos sentidamente nuestro trabajo a nuestros docentes, los cuales nos han guiado en toda esta travesía con sus mejores consejos hasta conseguir tan grandioso objetivo. Por último, se lo dedicamos también a nuestros amigos más cercanos, los cuales nos regalaron sus mejores palabras de aliento para tener el deseo de luchar y mantenernos firmes en nuestros desvelos, todo para hacer de esta

Agradecimiento

Primeramente, agradecemos a Dios por bendecirnos e iluminar nuestro camino. A nuestros padres y familiares por el apoyo y la fortaleza que nos brindaron día a día en momentos de debilidad, aconsejándonos, por la confianza de cumplir nuestro objetivos y metas.

A nuestro asesor del desarrollo de proyecto de investigación el Dr. Munive Cerrón, Rubén, agradecer por el apoyo y compartir su conocimiento a lo largo de nuestra preparación, por la paciencia para realizar nuestra investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ARSÉNICO (AS) ELEVADO Y SU REDUCCIÓN POR BIOADSORCIÓN COMO TRATAMIENTO ACCESIBLE DEL AGUA POTABLE CONTAMINADA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS", cuyos autores son RODRIGUEZ URIARTE KEVIN, ESCUDERO SANTILLAN STEFFANY ARACELY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 02 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR DNI: 19889810 ORCID: 0000-0001-8951-2499	Firmado electrónicamente por: RMUNIVEC el 13-12- 2021 18:07:05

Código documento Trilce: TRI - 0204315





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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ESCUDERO SANTILLAN STEFFANY ARACELY, RODRIGUEZ URIARTE KEVIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ARSÉNICO (AS) ELEVADO Y SU REDUCCIÓN POR BIOADSORCIÓN COMO TRATAMIENTO ACCESIBLE DEL AGUA POTABLE CONTAMINADA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
RODRIGUEZ URIARTE KEVIN DNI: 75381520 ORCID: 0000-0002-3057-6639	Firmado electrónicamente por: KRODRIGUEZU el 22- 11-2022 16:00:46
ESCUDERO SANTILLAN STEFFANY ARACELY DNI: 72102930 ORCID: 0000-0002-3705-1739	Firmado electrónicamente por: SESCUDEROS el 28- 11-2022 20:27:03

Código documento Trilce: INV - 0943490

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de Investigación	12
3.2. Variables y operacionalización de variables	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.4.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	14
Tabla 1. Valoración de instrumentos	15
3.5. Procedimientos	16
3.5.1. Desarrollo de los procedimientos.....	17
3.5.2. Desarrollo de información	17
3.5.3. Estrategia de búsqueda	17
3.5.4. Investigación de inclusión y exclusión	18
3.5.5. Evaluación de calidad	18
3.5.6. Método de análisis de datos	19
3.5.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS	20
4.1.1. META-ANÁLISIS	36
4.1.2. INTERPRETACIÓN EN EXCEL	38
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. REFERENCIAS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Valoración de instrumentos.....	15
Tabla 2. Estrategia de búsqueda	17
Tabla 3. Características de los estudios de selección para la revisión sistemática	22
Tabla 4. Características y parámetros fisicoquímicas de las muestras de aguas contaminadas.....	27
Tabla 5. Condiciones operacionales de los bioadsorbentes	29
Tabla 6. Seguimiento del porcentaje de bioadsorción del arsénico	31
Tabla 7. Datos del uso de bioadsorbentes para la adsorción de arsénico en aguas contaminadas.....	33
Tabla 8. Calidad metodológica de los estudios seleccionados	34

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de adsorción o absorción	10
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso para la búsqueda de información	16
Figura 3. Proceso de estudios incluidas para el meta- análisis	20
Figura 4. Meta-análisis de las concentraciones de tratamiento respecto al porcentaje de bioadsorción de arsénico	36
Figura 5. Concentraciones C_i y C_f	38
Figura 6. Porcentaje de adsorción de los carbones activados.....	39

RESUMEN

En la actualidad, el arsénico es uno de los contaminantes que más presencia tiene en el agua, afectando a todo ser vivo y arriesgando la salud de las personas. Afortunadamente, existen tratamientos que benefician la reducción del contaminante, dando un buen seguimiento hacia la adecuada eliminación, para que sea accesible como agua potable. Por ello, la presente revisión sistemática y meta-análisis evaluó la eficiencia del tratamiento para la remoción del Arsénico por bioadsorción en el agua potable contaminada. La investigación fue de enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Dentro del desarrollo del estudio de investigación, se ejecutó la base de datos en una búsqueda de información por plataformas digitales como Scopus y Web of Science desde enero del 2011 hasta setiembre del 2020, extrayendo datos como concentración inicial y final del arsénico, pH, porcentaje de reducción del tipo de bioadsorción y temperatura. En los resultados, se muestra que el porcentaje por el biocarbón de algas marinas removió un 99% de arsénico, siendo el más eficiente como tratamiento accesible para el agua potable. Finalmente, se concluye que el tratamiento de bioadsorción es el proceso más eficiente, obteniendo la remoción de arsénico mayor al 87%, demostrando ser un tratamiento rentable y accesible.

Palabras clave: Arsénico, adsorción, tratamiento, agua contaminada.

ABSTRACT

At present, arsenic is one of the pollutants with the greatest presence in water, affecting all living beings and putting people's health at risk. Fortunately, there are treatments that benefit the reduction of the pollutant, giving a good follow-up towards the adequate elimination, so that it is accessible as drinking water. Therefore, the present systematic review and meta-analysis evaluated the efficiency of the treatment for the removal of arsenic by bioadsorption in contaminated drinking water. The research was of a quantitative approach and a non-experimental design. Within the development of the research study, the database was executed in a search for information by digital platforms such as Scopus and Web of Science from January 2011 to September 2020, extracting data such as initial and final arsenic concentration, pH, percentage reduction of the type of bioadsorption and temperature. In the results, it is shown that the percentage of biochar from marine algae eliminated 99% of the arsenic, being the most efficient as an accessible treatment for drinking water. Finally, it is concluded that the bioadsorption treatment is the most efficient process, obtaining the elimination of arsenic higher than 87%, resulting in a profitable and accessible treatment.

Keywords: Arsenic, adsorption, treatment, contaminated water.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de una buena salud, se tiene en cuenta principalmente una buena hidratación, por lo tanto, el consumo de agua tratada y limpia es muy importante. Así mismo, en un país con riqueza acuífera como la nuestra, todos deberíamos tener acceso al agua limpia y apta para el consumo. Ahora bien, la adquisición del agua potable salubre para todos es un derecho constitucional que el estado nos debe garantizar para poder vivir dignamente (Congreso de la República, 2017). No obstante, al día de hoy se sigue consumiendo agua potable contaminada por compuestos químicos o metales pesados desde fuentes primarias de agua dulce como ríos, manantiales o cuencas subterráneas, principalmente afectados natural o antropológicamente por plomo, mercurio, cadmio y arsénico en el norte, centro y sur del Perú (Villena, 2018). Con respecto al arsénico, a diferencia de otros metales pesados tóxicos en agua, lamentablemente puede encontrarse en más cantidad de forma natural que con actividades mineras contaminantes, y la presencia del mismo se da en casi todas las fuentes de agua existentes del Perú junto a muchos otros países de Latinoamérica (National Library of Medicine, 2012 citado por Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2018). Del mismo modo, la presencia de metales pesados en el agua potable en diversas regiones son todavía un tema serio y frecuente en la actualidad debido a que el estado aún no regula eficientemente los estándares de calidad ambiental en las empresas prestadoras de servicios. Solo en Perú, el MINSA, a través del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades, indica que más de 4800 casos de intoxicación con metales pesados en sangre se han manifestado producto de la ingesta de agua contaminada, y el 83.93% de niños afectados son menores de 11 años.

El problema con los metales pesados en el agua, principalmente con el arsénico, ha tenido un curso histórico relativamente corto desde su descubrimiento en las fuentes de agua dulce en los años noventa en el territorio asiático sureño de Bangladesh, y fue desde ese entonces que ha tenido gran interés a nivel mundial

por su sorprendente existencia en gran parte de los cuerpos de agua naturales del planeta destinados para consumo humano (OMS, 2018).

En el ámbito nacional, fuentes oficiales de la OMS en el 2014 detallaron que más de la mitad de todos los suministros de agua del Perú estaban contaminados con arsénico, con una cantidad de 54.5 µg/L, superando al umbral de arsénico registrado en Bangladesh y la recomendada por la misma organización, que es de 10 µg/L. Así mismo, en el año 2013 el MINSA registró alrededor del 3.5% de muertes a nivel nacional por insuficiencia renal, y solo en Puno se registró el mismo año un 9.8% de muertes causadas por esta enfermedad, la cual está íntimamente relacionada con la ingesta de arsénico, afectando lentamente a los pobladores (Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2016).

La presencia de metales pesados en agua supera en gran medida la cantidad recomendada por la OMS. Solo en el Perú, la presencia de arsénico, en promedio, excede 5 veces el parámetro de 10 µg/L dado por el MINSA. Por eso, esta investigación está estructurada para una revisión sistemática de todos los artículos de ciencia que hablan de nuestro tema de interés, y un meta-análisis que tiene como objetivo evaluar la eficacia de los resultados de las pruebas de laboratorio para luego ser comparados y finalmente, clasificados de acuerdo a su utilidad en cuanto a la reducción de arsénico.

El arsénico desencadena un problema de salud grave a paso lento en las zonas rurales sin plantas de tratamiento, por eso se necesita de un plan accesible, es decir, económicamente viable y eficiente para la remoción de arsénico. Para ello, se formuló el problema general de investigación, el cual fue: ¿Cuáles son los adsorbentes más eficientes para la reducción de arsénico y tratamiento accesible del agua potable contaminada? Así mismo, en problemas específicos tuvimos: ¿Cuáles son los porcentajes más altos de remoción de arsénico en agua potable contaminada?, ¿Cuáles son las condiciones operacionales bajo los adsorbentes actúan en el agua potable contaminada?, ¿Cuál es la característica fisicoquímica del arsénico en los cuerpos de agua destinados para el consumo humano? y, por

último, ¿Cuál es la ascendencia y concentración inicial del agua potable contaminada por arsénico?

Este estudio promete proveer el análisis estadístico adecuado de adsorción y contribuir a la investigación científica mediante la búsqueda de novedosas alternativas de tratamiento de agua potable contaminada por arsénico, las cuales siempre deben tener como objetivo evitar el daño a la salud de los afectados y ser útiles para toda persona, fáciles de implementar y, sobre todo, eficaces para remover este metaloide con el fin de volver al agua potable apta para consumo humano bajo los parámetros recomendados. De igual forma, se plantea la solución ambiental y social frente a este contaminante a través de medidas económicamente viables, las cuales exhortan a las comunidades a tomar esta iniciativa y así poder tratar ellos mismos sus aguas, a la vez que preservan su salud y evitan sufrir diversas enfermedades causadas por este semimetal. Así, de esta manera, el presente proyecto de investigación favorece al estudio científico para que futuros investigadores o comunicadores implementen este proceso y lo difundan, y que los pobladores de las zonas rurales tengan en cuenta que la bioadsorción es la solución inmediata más útil y económicamente viable por el momento, ya que aún no se implementan plantas de tratamiento de aguas en varias zonas alejadas no urbanas o no centralizadas, que son principalmente zonas que no tienen una buena potabilización del agua.

Luego de formular el problema, se planteó el objetivo general: Determinar los adsorbentes más eficientes para la reducción de arsénico y tratamiento accesible del agua potable contaminada dentro de un período no mayor a 10 años, es decir, desde 2011 hasta 2021. Dentro de los objetivos específicos, tenemos: Identificar los porcentajes más altos de remoción de arsénico en agua potable contaminada, Describir las condiciones operacionales bajo las cuales los adsorbentes actúan en el agua potable contaminada, Describir las características fisicoquímicas del arsénico en los cuerpos de agua destinados para el consumo humano y, finalmente, Identificar la ascendencia y concentración inicial del agua potable contaminada por arsénico.

Dentro de este estudio, la hipótesis general de investigación planteada fue: La reducción de bioadsorbentes tienen mayor eficiencia para el arsénico elevado y mayor dosis al tratamiento accesible del agua potable contaminada. En esta búsqueda se pudo obtener una revisión más detallada acerca de los adsorbentes más eficaces y fáciles de implementar para una reducción de arsénico elevado en el agua potable.

II. MARCO TEÓRICO

En los animales, el consumo y/o exposición de arsénico en cantidades elevadas y en un corto período de 3 a 5 días puede generar ataxia, problemas gastrointestinales e incluso ceguera. En humanos, aparecen síntomas agudos como lesiones en la piel, complicaciones en el sistema nervioso e hígado y, ciertamente, anemia. Así mismo, la toxicidad crónica por arsénico deriva en cáncer de piel, vejiga, pulmón, riñón y linfoma; y es por su toxicidad que este metal está precisamente en el grupo I de sustancias cancerígenas clasificado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), poniendo en evidencia que el arsénico es un peligro inminente y además el enemigo silencioso de toda forma de vida en el planeta (Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2016). Como podemos percibir, el arsénico en agua es perjudicial y debe tratarse rápidamente para evitar enfermedades crónicas, es por esto que se analizaron diferentes artículos y autores en diferentes pruebas experimentales altamente efectivas en la reducción de este semimetal, además de ser económicamente viables, y a partir de esta razón de búsqueda encontramos los siguientes antecedentes:

Torres et al. (2020) evaluaron la viabilidad de la cáscara de naranja como adsorbente para la remoción del arsénico, es decir, que su alta presencia de pectina, celulosa contienen muchos grupos funcionales de hidroxilo, que es la esencia utilizada para la remoción de muchos contaminantes. Las variables consistieron en cantidades de adsorbente, tiempo de contacto y temperatura, a ello, las tres variables tienen un contenido de valor mínimo, intermedio y máximo. En el análisis se realizó en el laboratorio de la EPS Tacna, ya que en el río de Locumba pasa por los límites máximos permisibles, luego de la aplicación la cascara de naranja como adsorbente se obtuvo una remoción hasta 98% en 4 días de la aplicación, por lo cual es un procedimiento positivo, esta tecnología es costo-efectivo y amigable al medio ambiente, de forma que reduce los costos elevados para tratamiento del agua en la región de Tacna. Concluyó, que la remoción del

metal pesado (As) con la cascara de naranja es un adsorbente de efecto importante para la contaminación de las aguas residuales.

Caballero (2012) Comprobó la eficiencia de la cáscara de banano (*Musa AAA*) para la remoción de arsénico en el agua a nivel domiciliario, a través de su uso como medio filtrante, es decir que se quiere desarrollar un prototipo de filtro domiciliario de la cáscara de banano, para ello se tiene que determinar la validez de remoción de arsénico que se produjo en el filtrante, estableciendo la viabilidad técnica y económica de la implementación. Se consideró puntos a tratar para la implementación del lecho filtrante, así mismo se proceden consideraciones que resulta la construcción que se suministra al agua potable, como también el estrato de filtro para comprobar la validez de las cáscaras de banano, este filtro sea eficiente para la remoción del arsénico. Como conclusión de la investigación determina que la remoción de arsénico en agua para consumo humano, es un 80% en muestras con concentraciones mayor de 0.05 mg/l, sin embargo, no se propone la cáscara de banano como filtrante en el domiciliario debido a su corto tiempo, lo cual sería muy costoso, pero es considerable como opción en casos de emergencia, ya que da resultados positivos.

Carbajal (2021) Estimó la eficiencia de la harina seca (cáscara de *musa paradisiaca* sp) en la adsorción de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales, es decir, propone la alternativa de solución hacia minimizar el proceso de descontaminación, para tener una eficiencia comprobada, pero a la misma vez llega a tener un alto costo, de igual manera se demuestra las consecuencias muy favorables al ambiente. La investigación es aplicada y diseño Pre experimental siendo con conclusión al proceso de una cantidad adsorbente con 6g dando la eficiencia de la harina seca de la cáscara de plátano removiendo el 92% al tiempo de contacto con el agua tratada, así mismo, la bioadsorción influye de manera óptima para minimizar el contaminante dentro de ello.

Saldaña (2020), determinó la dosis de cáscara de maracuyá en polvo para la adsorción en agua potable, es decir que estimó el porte de adsorción con la cáscara de maracuyá para la adsorción de arsénico en el agua potable a toda la

población. Como metodología es de tipo experimental y diseño de laboratorio, dando, así como conclusión que la cáscara de maracuyá en polvo si llegó a adsorber el arsénico con un 25%, la concentración ideal para llegar a ese porcentaje máximo se bioadsorción es de 6g/L, por lo cual, en los resultados obtenidos por la varianza aumenta la concentración de biomasa y así la capacidad de adsorción de arsénico.

Parraga (2018), Preciso la mezcla de la cáscara de lima y naranja en polvo a distintos tamaños y concentración para la remoción en el río Rímac, quiso determinar si la dosis es favorable a la mezcla que se necesita para reducir el metal encontrado en el agua del río Rímac, la metodología de investigación aplicada de diseño experimental a la variable de estudio. Como conclusión del procedimiento a la aplicación de diferentes dosis, dando como resultado favorable a la remoción un 50%, así mismo, demuestran de manera afectiva el proceso que se utilizó en los parámetros, como también se realizó de manera positiva hacia disminución del contaminante.

El presente trabajo de investigación tiene como siguientes bases teóricas más importantes y relevantes:

Las Condiciones Operacionales son procesos importantes de parámetros utilizados para el desarrollo de dimensionamiento, sometiendo a condiciones físicas y químicas de una combinación ambiental simple, como también es una base conservación preventiva, mediante los monitoreos utilizados (Acosta, Lasso y Pulido, 2014).

Es considerable tener presente las condiciones de temperatura, pH, dosis o tiempo antes y durante el proceso de tratamiento que se emplea para las concentraciones de los componentes contaminantes dentro de las aguas potables, para así mismo minimizar su mayor cantidad contaminante.

La temperatura es la propiedad del sistema que implementa las observaciones de variación en calor sobre el cuerpo que produce un proceso relativo, es importante saber de la calidad de agua, la temperatura que afecta la química de agua y las funciones que se encuentra los organismos contaminantes, ya sea por: la cantidad de oxígeno, la sensibilidad de desechos tóxicos, parásitos y enfermedades (Fernández, 2014).

El pH es un proceso de medida que indica la acidez y alcalinidad, a ello, la concentración de iones en el agua, en escala son de valores de 0 a 14, así mismo la disminución del pH, el agua llega hacer ácida con solo el aumento se hace más básica. El pH sugerido para el agua potable es de 6.5 a 8.5, según la normativa del ANA, cuando el pH es valor extremo tenemos que tomar en cuenta las sustancias ácidas que pueden ser peligrosos, degradarlo lentamente. En cambio, cuando el agua es contaminada por metales pesados su pH viene a estar ácido afectando los sedimentos de dichos procesos (Jiménez, 2012).

La dosis viene hacer un proceso establecido dentro de las condiciones operacionales, es decir, que se establece las distintas propiedades que se encuentran en el agua por los metales pesados, tanto como su toxicidad del grupo de metaloides o la toxicidad potencial, por su característica soluble que permite incorporarse con facilidad a su cadena trófica (Cabrera, 2017).

El tiempo del proceso viene hacer mediante la eliminación o la disminución del contaminante, ya que, al momento de tratar, el efluente obtiene más cuando se desarrolla a un largo plazo o cuando el tratamiento contiene la eficiencia llega hacer en corto tiempo, dentro de ello, se explora medios de eliminación o remediación de efluentes rentables (Cabrera, 2017).

Para el proceso de elevados contaminantes y a su reducción dentro del agua potable se considera lo siguiente:

Los parámetros fisicoquímicos del agua en un proceso de información extensa, debido a los métodos que señalan acerca del contaminante o los contaminantes responsables, utilizando un análisis de monitoreo basado en las observaciones y medición, a todo eso depende la evaluación de la calidad del recurso (Carbajal 2016).

El DQO de un análisis de agua como parámetro fisicoquímico, expresa la cantidad de contaminantes que está presente en ello, que pueden ser oxidados, es decir, este parámetro proporciona el nivel de contaminación, independientemente los biodegradables o no biodegradables, el valor máximo considerable es de 500 mg/l (Aquanova, 2020).

El DBO nos indica los contaminantes, es decir nos expresa la cuantía de oxígeno, este parámetro es útil porque al medirse ayuda a evaluar si el agua potable es una carga como receptora del mismo, cuando provoca la superación de valores viene hacer un problema determinado al punto adecuado de 0.75 a 1.5 ppm de oxígeno, cuando se considera que el agua está contaminada pasa de 5ppm (Aquanova, 2020).

El TDS permite recibir las distintas características del agua de forma inmediata, esto se toma como resultado a la referencia de la calidad del agua, esto viene hacer un porcentaje disuelto adicionalmente en el agua, como minerales y sales, así mismo si los niveles son altos o bajos pueden ajustar el cambio a través de la concentración de minerales y sales en el agua (Eden, 2020).

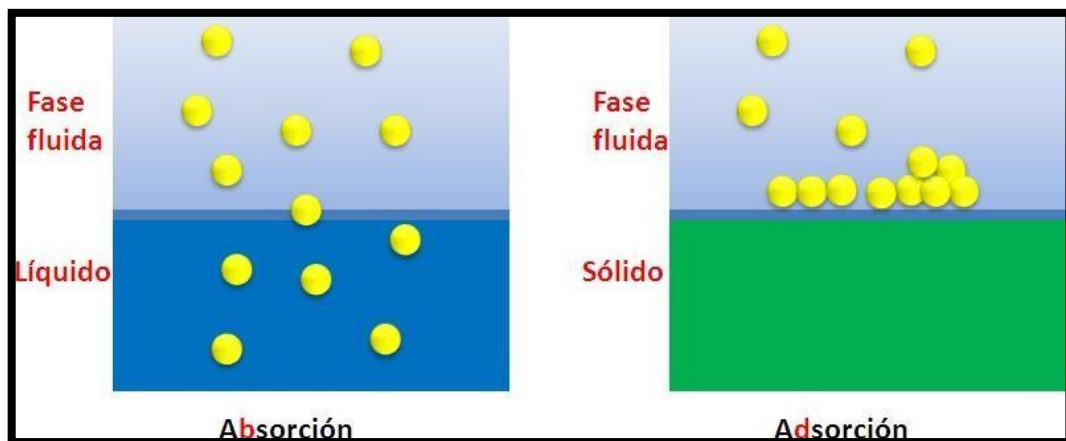
El porcentaje de reducción de arsénico para el agua potable es de 98% de reducción de arsénico siendo criterio recomendado por la OMS, ya que el abundante elemento es un contaminante inorgánico más tóxicos, de igual manera la OMS indica que el agua potable no debe de presentar ningún riesgo para la salud a su tiempo de vida en consumo, incluyendo diferentes sensibilidades que ocurre en distintas etapas de la vida (Gonzalo, 2018).

La concentración inicial dentro del arsénico como contaminante del agua potable logra un valor mayor de 160 µg/l y la concentración final para la remoción de tiene que obtenerse superiores a un 90%, indicando que la previa al tratamiento es eficiente a la remoción de As (Córdova, 2013).

Según LAKHERWAL, 2016 La adsorción produce cuando un líquido soluble o con gas, esto se acumula en la superficie como sólido, desarrollando un capa molecular o atómica, aquí utilizando en aplicaciones de carbón activado, purificación y resinas sintéticas, así mismo involucra por adsorbentes granuladamente para la remoción de metales pesados dando ajustes de las condiciones operacionales del adsorbente.

La bioadsorción elimina y recupera los fosfatos de las aguas contaminadas subterráneas, aguas residuales, a ello, el adsorbente remueve selectivamente el material particulado para los presentes en diferentes tipos de aguas, demostrando la recuperación mediante la transformación de metales pesados (Tovar et al. 2014).

Figura 1. Proceso de adsorción o absorción



Los estudios relacionados para el tratamiento de agua potable contaminada aumentaron a lo largo de los años. Por esto, la bioadsorción ha sido de uno de los tratamientos o métodos reconocidos más prometedores y eficientes para el tratamiento de diferentes contaminantes, a lado del tratamiento de adsorción, en el proceso de operación, el costo bajo, su fácil regeneración y no se producen daños

nocivos, como también peligrosos, tomando en cuenta, que el tratamiento de adsorción en el desarrollo de accesibles adsorbentes viene siendo un desafío para los investigadores.

En la actualidad diferentes investigaciones muestran que el tratamiento de la bioadsorción es una alternativa interesante a los métodos convencionales porque es eficiente, bajo costo y ecológico, por ello, en este estudio de investigación existe una gran necesidad de contribuir el problema emergente. Los diversos estudios acerca de contaminantes peligrosos, a ello, se fue convirtiendo en un problema global, en regulaciones que establecen legislaciones al respecto, algunos de ellos afectan a la salud, causando la muerte, las cuales son responsables del desarrollo y reproducción. A ello, en presencia de contaminantes pueden afectar el metabolismo humano, entre ellos son: diabetes, alteración del sistema productivo, cardiovascular, relación de obesidad, etc. (Fernandez, 2015; Park et al. 2012; Jung et al. 2018; Singh et al. 2015)

En la presente investigación se desarrolla una revisión sistemática de los artículos más relevantes que son relacionados a la adsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada de arsénico. La revisión es un estudio cuya población viene de artículos casuística ya publicados, los cual, se encarga de recopilar investigaciones de temas determinados y que son valorados de forma estadística, los resultados se expresan en conclusiones de resumen, a ello, se utiliza estrategias para errores aleatorios.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

La investigación tiene como desarrollo identificar problemas que puedan presentarse en la vida productiva o la sociedad en general, para luego, a través de la formulación de las hipótesis, plantear las medidas de solución más adecuadas (Esteban, 2018). En este caso, el tipo de investigación fue aplicado porque se estimó la eficacia de adsorción de arsénico en diferentes muestras de agua contaminada destinadas para consumo humano. Luego, en relación con esto, el enfoque del presente trabajo fue cuantitativo, ya que se analizaron diferentes indicadores porcentuales basados en el nivel de bioadsorción de arsénico a partir de cada uno de los resultados.

El diseño de investigación fue transversal no experimental, porque se hizo una revisión sistemática y documentación únicamente con fines comparativos, sin manipular directamente los experimentos analizados, es decir, sin modificar ninguna variable. Cabe resaltar que el diseño de investigación no experimental no tiene relación directa con la variable independiente, solo se limita a la medición de variables sin participación ni manipulación; además, es transversal porque se tienen varios factores de estudio elegidos estratégicamente con resultados sometidos a comparación estadística (Formplus Software, 2020).

El nivel de investigación fue descriptivo comparativo, porque se buscó identificar un resultado de acuerdo al previo análisis comparativo de varias muestras estudiadas, con la finalidad de buscar diferencias entre ellas y concluir cuál es la de mejor uso en caso de que sea aplicado por cierto grupo de personas. Sin duda, el estudio descriptivo agrupa toda información existente de interés particular, la compara y luego de analizarla, la detalla sin manipular los resultados del experimento (Burns y Grove, 2012). Además, respecto al método comparativo, Castillo (2019) señala que dicho método se encarga de contrastar varios resultados, y trata de entablar una similitud o divergencia entre estas variables. Así mismo, los

resultados tienen que ser definitorios y conducir a la explicación del problema o a la mejora del mismo.

3.2. Variables y operacionalización de variables

La variable como independiente del estudio fue la bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada, y la variable dependiente usada fue el arsénico (As) elevado y su reducción. Para el objetivo descriptivo de estas variables, se tomó en cuenta la definición de ciertos autores para el detalle general de las dimensiones e indicadores, teniendo en cuenta el estudio sistemático y meta-análisis. La matriz de operacionalización de variables está disponible en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

En el desarrollo del estudio, la población fue integrada por investigaciones de organización que usaron el arsénico y la bioadsorción como tratamiento accesible para el agua potable contaminada, con un total de 394 investigaciones encontradas en los programas como bases de datos de “Scopus” y “Web of science”. Rodríguez (2014) concierne que la población es un conjunto de estudio, donde todos los individuos que forman ser sin diferenciación.

Dentro de esta investigación, como muestra se manejó ciertos estudios que cumplieron con el criterio de inclusión dando un total de 12 investigaciones, siendo analizadas por la escala de calidad Newcastle-Ottawa (modificada a un criterio ambiental).

Dentro de ello, el trabajo desarrolló un software para la técnica del meta-análisis como factor el muestreo, a ello, se emplea técnicas de método estadísticos para precisar márgenes de error, porque cuantifica resultados de cada investigación analizada, con la finalidad de indicar conclusiones concretas. En función básica de un muestreo, permite delimitar la parte de la población que se debe utilizarse y hacer diferencias de dicha población. (Botella y Manterolla 2017)

El estudio de investigación de la unidad de análisis, alcanzó por cada investigación concurrente a la adsorción como tratamiento accesible para el agua potable contaminada, en lo cual los resultados se utilizaron el análisis de estadísticos. Según Martin (2008), la unidad de análisis toma como objeto importante de la investigación y sirve como base del estudio mencionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica al desarrollo de recolección de datos del estudio, es a través del meta- análisis, relaciona un análisis estadístico usado abreviar el único valor de los resultados específicos en dos a más investigaciones, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis general planteada.

Con respecto a la recolección de datos investigadas, se elaboraron fichas de objetividad para analizar una información relevante y el desarrollo del meta-análisis, que se mostrará en el anexo.

Ficha 1: Características de las investigaciones incluidas en la revisión sistemática

Ficha 2: Características fisicoquímicas de las muestras de adsorbentes

Ficha 3: Proceso fisicoquímicas de la muestra de agua contaminada

Ficha 4: Porcentaje de remoción de Arsénico

Ficha 5: Condiciones operacionales de la adsorción de arsénico

Ficha 6: Aplicación de adsorción y remoción de arsénico.

3.4.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La importancia de todos los instrumentos de datos y que el método de procedimientos sea cotizado a obtener un carácter de efectividad (Hernández 2010). Por lo tanto, los seis instrumentos (Anexo 1) fueron presentados por expertos.

La evaluación fue de manera independiente, la relevancia y congruencia por las bases teóricas y con los objetivos planteados, se requirió por los expertos ya mencionados y especializados con el tema para una previa evaluación de los

instrumentos que se ha planteado en la investigación. En la Tabla 1, se indica la valoración de instrumentos:

Tabla 1. Valoración de instrumentos

Valoración de Instrumentos			
N°	Nombre del docente	CIP	Valoración
1	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	899972	90%
2	Castro Tena, Lucero Katherine	162994	95%
3	Munive Cerrón, Rubén Víctor	38103	85%
Promedio			90%

La confiabilidad de los instrumentos de medición, autoriza a los diferentes investigadores realizar los procesos con condiciones mismas del estudio y que puedan alcanzar resultados similares, también permite que la hipótesis logra la aceptación científica.

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de investigación, se desarrolló un diagrama de flujo de procedimientos de acuerdo al proceso de investigación, figura 2.

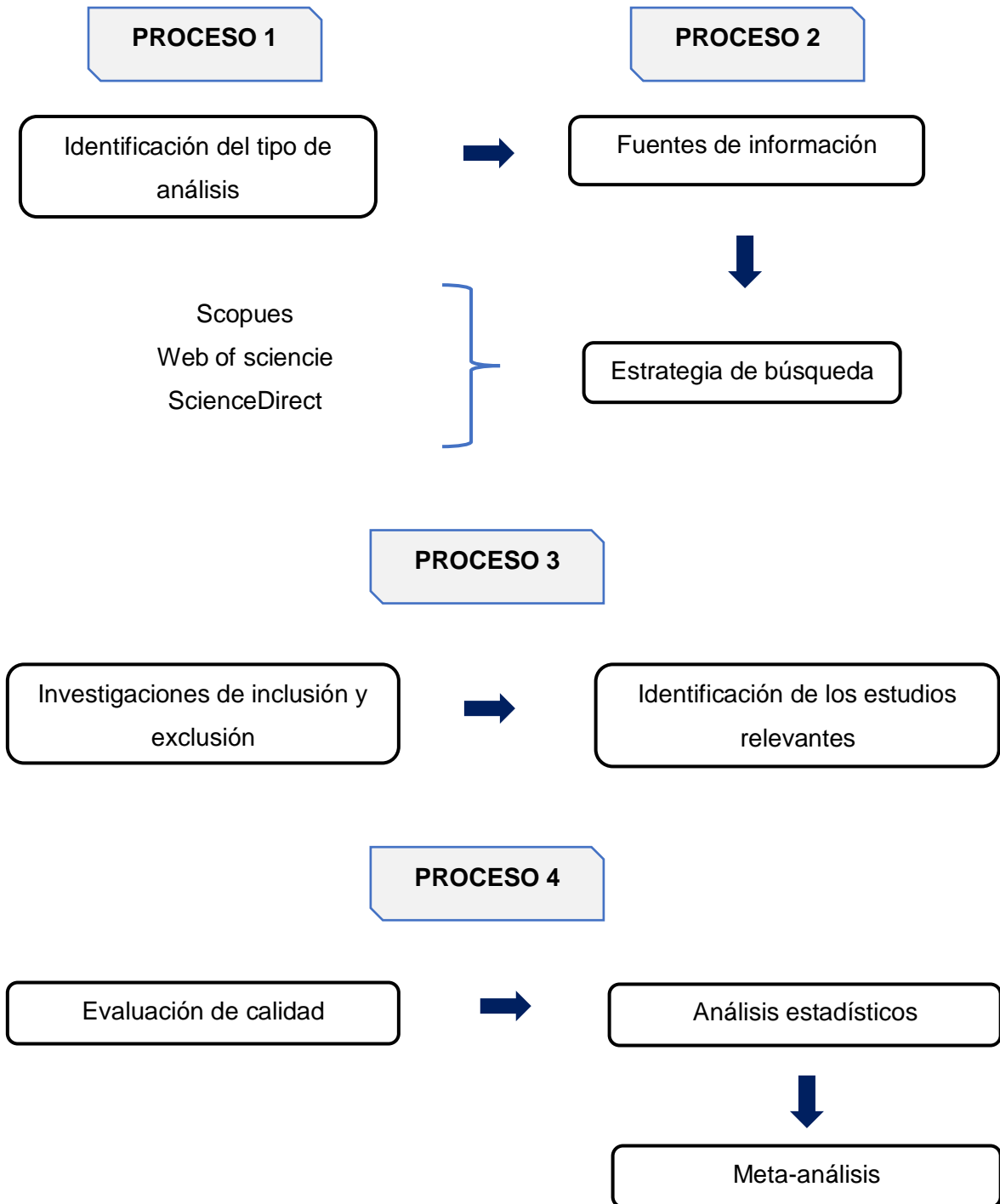


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso para la búsqueda de información

3.5.1. Desarrollo de los procedimientos

La presente investigación de un meta-análisis a las investigaciones incluidas de las áreas científicas fue realizado con enfoque cuantitativo, sobre la eficiencia de la adsorción como tratamiento accesible para el agua potable contaminada. El desarrollo del análisis de datos se realizó con las funciones de Excel y el software de Review Manager.

3.5.2. Desarrollo de información

Dentro de la recolección de datos e información del tema dado, en el estudio se manejó fuentes de información acudidas y confiables, donde se recurrió de diversos recursos digitales disponibles. Las fuentes confiables en donde se elaboró fueron: Scopus y Web of science.

3.5.3. Estrategia de búsqueda

Para determinar la estrategia de búsqueda, fueron planteadas dando prioridad a los artículos y revistas con cantidad de documentos significativos por las palabras que son claves a las variables de la investigación, para ello, se ordenó por fecha y año de cada publicación de estudio, limitando solo el idioma inglés para la búsqueda de información (Tabla 2).

Tabla 2. Estrategia de búsqueda

Base de datos	Estrategia de búsqueda
Scopus	("arsenic" AND "adsorption" AND "treatment" AND "contaminated water")
Web of science	("arsenic" AND "adsorption" AND "treatment" AND "contaminated water")

3.5.4. Investigación de inclusión y exclusión

Para realizar el estudio de revisión sistemática se consideró investigaciones con información acerca de arsénico elevado y su reducción por bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada, por lo tanto, se identificó en distintas bases de datos, se eligió la búsqueda consignada y las investigaciones en criterios de inclusión por la documentación, fecha de publicación que no son superadas con 10 años de antigüedad y área temática.

Dentro de la búsqueda de base de datos por Scopus, se realizó con un código de consulta, identificando 333 documentos digitales respectivamente, a ello, se limitó por la documentación y área temática dando de resultado 234 documentos. En la base de datos de Web of science se encontró 182 investigaciones digitales, limitando el título de publicación, año y área temática, obteniendo como resultado 161 documentos.

3.5.5. Evaluación de calidad

Well et al. (2019) es importante el desarrollo de la evaluación de calidad de estudios para un meta-análisis, ya que las investigaciones de baja calidad pueden coincidir la mala estimación de los valores de cada investigación. En efecto, se identifica diversas categorías de evaluación como: escalas simples o listas de verificación con juicio sumario.

El Newcastle-Ottawa (NOS) es la evaluación de herramientas para estudios observacionales con respecto a Cochran, se evaluó las herramientas como confiabilidad, dando así, la respectiva revisión crítica por parte de expertos investigadores que evalúan la claridad y finalizar una tarea específica de los estudios que se desarrollan en el meta-análisis. A ello, la confiabilidad de estudios incluidos, la falta de informe en detalles meteorológicos puede desfigurar el riesgo de evaluación, por ensayos aleatorios, lo cual, se empleó una lista de verificación donde se evaluando la calidad meteorológica de las investigaciones.

3.5.6. Método de análisis de datos

En el análisis de los datos se utilizó un programa estadístico para escritorio llamado Cochrane RevMan: Review Manager 5, este software de última versión en 2021 permite que el investigador realice una revisión sistemática adecuadamente, con el fin de realizar diferentes tipos de meta-análisis.

Para realizar el meta-análisis se utilizó el gráfico estadístico Forest plot para los datos incluidos y comparado con la razón de Odds Ratio, las comparaciones deben realizarse de acuerdo a la preguntas o hipótesis y objetivos, el desarrollo fue con un intervalo de 95% y con modelo de análisis fijos, para ello, se identifica el tipo de datos para medidas de los resultados, así mismo, para la medición de heterogeneidad se utilizó el estadístico chi-cuadrado e I^2 de porcentaje en relación inversa de la variable entre concentraciones y porcentaje de arsénico de los estudios incluidos.

3.5.7. Aspectos éticos

La presente investigación titulada “Arsénico (As) elevado y su reducción por bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada: Una revisión sistemática y meta-análisis” siguió absolutamente todos los lineamientos y protocolos establecidos por la Resolución N° 0126-2017/UCV del Consejo Universitario manteniendo así la legitimidad de este trabajo, así como la Resolución Rectoral N° 0089-2019/UCV. Además, se utilizaron la Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y para las referencias de las bibliografías se siguió la Normativa ISO-690 y el software Turnitin que se determinó el porcentaje de otras fuentes consultadas, con la finalidad de respetar la propiedad de los autores y el reglamento de investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

La figura 3, se presenta el diagrama de flujo del desarrollo de adquisición de los resultados de los estudios que son incorporadas en el meta-análisis.

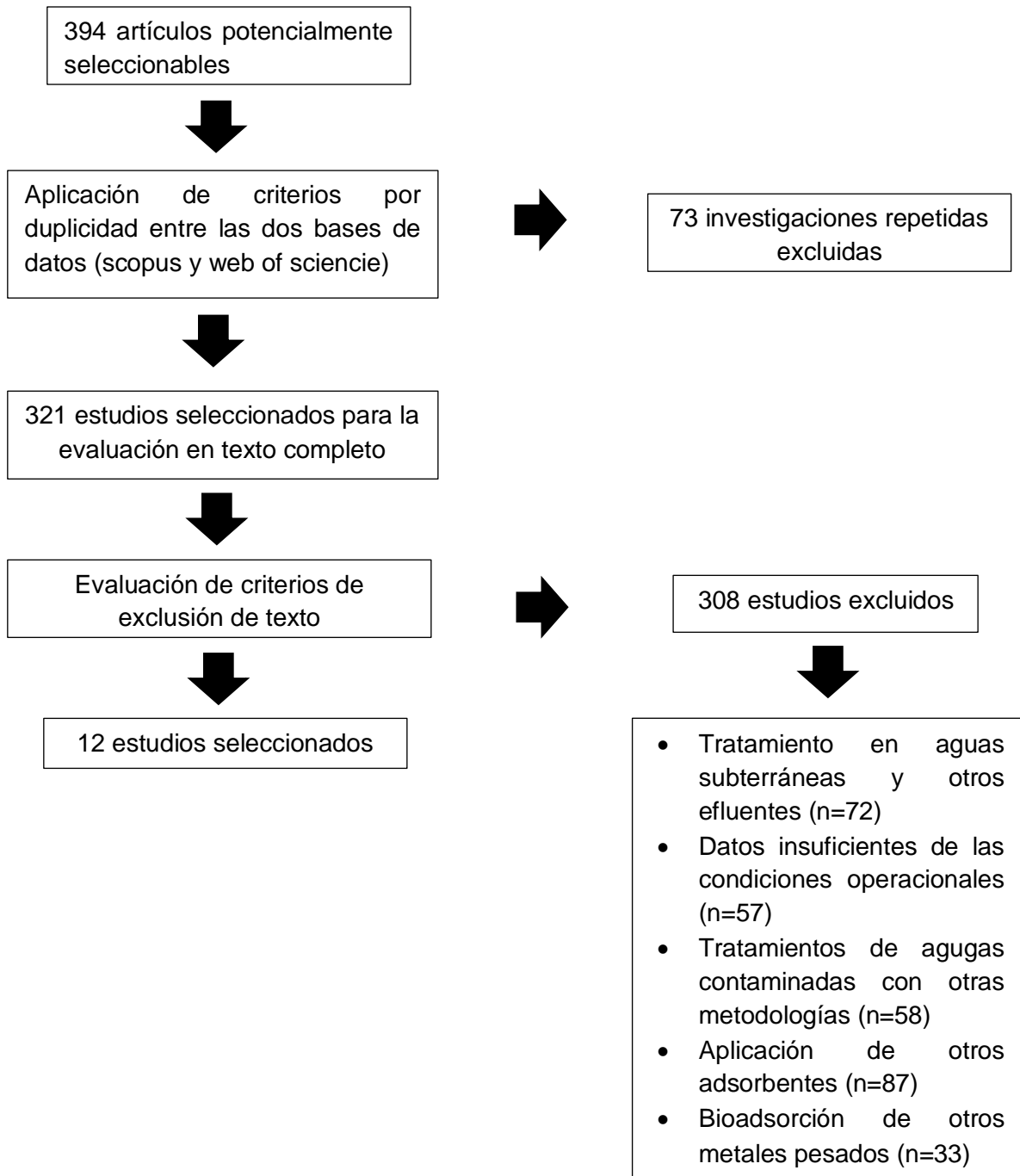


Figura 3. Proceso de estudios incluidas para el meta- análisis

- Los estudios potencialmente son destacados, las investigaciones se adquirieron en las bases de datos de mayor información confiables como: Scopus y Web of science. Por ello, se desarrolló estrategias de aplicación y respectivamente criterios de búsqueda, dando un total de 394 investigaciones.
- El total de investigaciones evaluadas por criterio de exclusión, se utilizó mediante el programa informático de Excel, aplicando principales filtros y comandos para exportar cada investigación, así mismo, desarrollando la validación de datos, destacando estudios duplicados entre ambas bases de datos que se utilizaron.
- La relación de investigaciones restantes, se excluyeron 73 estudios, lo cual fueron retiradas en la base de datos que se acumularon en el Excel.
- Seguidamente de la aplicación del criterio de exclusión, los 321 estudios de investigación restantes, fueron previamente seleccionadas a la evaluación de texto completo, de acuerdo a los criterios de inclusión.
- Se aplicaron criterios adicionales de inclusión, según la herramienta Newcastle – Ottawa a las 321 investigaciones a texto completo.
- Se obtuvo un resultado con total de 308 investigaciones excluidas. Dentro de los factores de exclusión fueron: tratamiento en aguas subterráneas y otros efluentes (n=72), datos insuficientes de las condiciones operacionales de los bioadsorbentes (n=57), tratamiento de las aguas contaminadas con otras metodologías (n=58), aplicación de otros bioadsorbentes (n=82) y adsorción de otro tipo de metales pesados, no relacionados al arsénico (n=33).
- Dentro de los resultados, fueron un total de 12 estudios, lo cual, cumplían de los criterios en la herramienta Newcastle-Ottawa, indicando las dichas investigaciones con una menor cantidad y que puedan proceder a la aplicación del meta-análisis.

Tabla 3. Características de los estudios de selección para la revisión sistemática.

N°	Tipo de bioadsorbente	Porcentaje de bioadsorción del arsénico	Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones	Observaciones	Ámbito geográfico temporal	Referencias
1	Biomasa bacteriana	97%	Análisis de varianza ANOVA, para la ecuación cuadrática mediante el P valor y las estadísticas F	El coeficiente de correlación ($R^2 = 0,85$) obtenido fue relativamente menor que la isoterma de Langmuir. Por tanto se podría concluir que la capacidad de adsorción de la biomasa, indica una distribución homogénea de la unión activa.	Los resultados demostraron la efectividad de los experimentos estadísticos, diseños de igual manera en la optimización del proceso de bioadsorción máximo arsénico en 97%.	El mecanismo de biosorción fue demostrado por análisis FTIR y EDAX. La optimización estadística demostró ser un enfoque eficaz para modelar la adsorción de arsénico.	India	Banerjee et al. 2016
2	Cáscara de sandía natural (WMR) y cáscara de sandía xantada (X-WMR)	78 - 98%	Los datos de los experimentos termodinámicos se sometieron a modelado dinámico utilizando Microsoft Excel.	La bioadsorción de arsénico aumentó considerablemente a medida que aumentaba el pH con la mayor remoción obtenida por el X-WMR (98%, pH 4.6) comparado con WMR (78%, pH 5.2).	La X-WMR mostró el mayor potencial de bioadsorción de As (III) y As (V) en comparación con WMR natural.	La xantacina de WMR podría usarse como un método de modificación potencialmente viable para mejorar ligeramente de la cáscara de sandía en agua, especialmente en sistemas de agua ricos en As.	Pakistán	Shakoor et al. 2018
3	Comunidad microbiana	90%	Se aplicaron los índices de Shannon y Simpson para cada muestra, generados por el software PAST v3.20	La eficiencia del biofiltro de vidrio fue menor y disminuyó claramente con el aumento de la concentración de As (III) (del 81,6% al 69,6%), las eficiencias encontradas en todas las diferentes condiciones de especiación fueron 67,6-69,6% en vidrio y entre 85,8% y 90% en Biofiltros de arena.	El estudio destacó las altas potencialidades del proceso de bioadsorción de As (III) en biofiltros con bajo costo y facilidad de materiales de relleno disponibles en condiciones experimentales muy cercanas a los utilizados en los sistemas de tratamiento a escala domiciliar.	Las bacterias nativas de agua subterránea pudieron soportar una alta concentración de As y se formaron fácilmente biopelículas.	Italia	Crognale et al. 2019

4	Raíz de Jacinto de agua	96%	Los coeficientes de correlación (R2), se calcularon para todos los modelos y los valores indicaron la preferencia por la monocapa de iones.	La eficiencia de bioadsorción creció gradualmente con el aumento de la dosis del material. Se encontró que a una dosis de 5g/L de solución era suficiente para reducir la concentración de la solución por debajo de 10 ug/L, que es el límite recomendado de As en agua potable.	El material podría reducir la concentración de arsénico por debajo de los límites máximo permitido por la organización mundial de la salud (OMS).	El polvo de raíz de Jacinto de agua se estabilizó con éxito con ácido cítrico según lo revelado por los datos de FTIR que fueron además respaldados por el análisis TGA.	India	Gogoi, Adhikari y Maji 2017
5	Hoja de Psidium guajava	93,49%	Se determinaron las constantes de la isoterma de Langmuir (K L y b) de la ecuación 4 utilizando el software MATLAB.	La adsorción de Arsénico resulto ser altamente dependiente del pH, La capacidad de iones de arsénico se incrementó con el aumento de dosis del bioadsorbente, concentración inicial de arsénico (50 a 250mg L).	Se comprobó el potencial de la biomasa foliar de Psidium guajava como un bioadsorbente para la eliminación de As (III) y As (V) en aguas contaminadas.	La bioadsorción aumenta con el aumento de temperatura, ya que la difusión es un proceso endotérmico.	India	Kamsonlian et al. 2012
6	Células vivas de Bacillus arsenicus	93,478 - 95,156%	Aplicaron el modelo de Bangham para el ajuste de la curvase conectó en términos de coeficiente de correlación (R2).	La máxima capacidad de remoción y bioadsorción en la investigación fueron 93,478% y 23,36957 mg/g As (III) y 95,156% y 23,90385 mg/g As (V), respectivamente.	Mostraron que las células vivas de B. arsenicus MTCC 4380 se aplicaron de manera fructífera para la bioadsorción de As (III) y As (V).	Que confirmo que el mecanismo de bioadsorción de As (III) y As (V) por células vivas podría ser un tipo de intercambio iónico.	India	Podder y Majumder 2016
7	Cáscara de maní (PS) y biocarbón de cáscara de maní (PSB)	95% - 99%	Para calcular los datos experimentales utilizaron los modelos de Langmuir, Freundlich, Temkin y Dubinin-Radushkevich.	Los experimentos de bioadsorción mostraron que el PSB poseía una remoción de As relativamente más alta que PS, con 95% As (III) (a pH 7,2) y 99% As (V) (a pH6, 2) con 0,6g/L de dosis de bioadsorbente y 2H de tiempo de equilibrio.	Los resultados del estudio mostraron que el novedoso PSB como bioadsorbente proporciono una oportunidad rentable para la eliminación de As de corrientes de agua contaminada.	El modelo de Langmuir proporciono el mejor ajuste a los datos de isotermas y mostro una adsorción de monocapa As (III)/ As (V) altamente favorable en PS y PSB.	Pakistán	Sattar et al. 2019

8	Biocarbón de cáscara de almendra (ASB)	84% - 94%	Utilizaron los modelos de isotermas Langmuir y freundlich para explicar los resultados del equilibrio de bioadsorción	Lograron una eliminación de hasta 84% de As (III) y un 94 % de As (V) y en particular ASB 10% más de As (III) que de As (V) mostrando su idoneidad para inmovilizar As (III).	El ASB económico y respetuoso con el medio ambiente proporciono un excepcional rendimiento para la eliminación de As (III), por lo que muestra ser una opción eficiente para la remediación de agua potable.	Los datos de la isoterma de equilibrio sugirieron el modelo de Langmuir que describe la bioadsorción en la superficie de ambos absorbentes como monocapa.	Pakistán	Ali et al. 2019
9	Polvo de concha de ostra (OS) y ceniza de cáscara de arroz tratado (TRHA)	98,95%	Describieron el comportamiento de bioadsorción mediante el modelo de la isoterma de Langmuir.	Los resultados mostraron que los gránulos de OS- TRHA podrían eliminar hasta el 98,85% de As (III) de aguas contaminadas.	La OS y TRHA se utilizaron como materia prima para producir OS- pellets de TRHA para eliminar As (III) en agua contaminada.	Los gránulos de OS- TRHA antes y después de la pruebas de bioadsorción de As (III) se caracterizaron por difracción de rayo X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM).	Tailandia	Klownpurk y Ambhorn 2019
10	Cáscara de huevo, semilla de ciruela java, cáscara de castaña de agua, mazorca de maíz, desperdicios de té y cáscaras de granada	(78-87%), (75%), (67%), (74%) y (65%)	Para el modelado isotérmico y cinético utilizaron Microsoft Excel 2010 y Sigma Plot v.10	Los resultados muestran que la cáscara de huevo y la semilla de ciruela java tienen un gran potencial para la remediación de As en agua contaminada, adsorbieron 87% y 78% de As (III) y 71% y 76% de As (V).	Revelaron que la cáscara de huevo y semilla de ciruela java podrían emplearse como bioadsorbentes eficaces, baratos y fácilmente disponibles para la eliminación de As (III) y As (V) en agua potable contaminada.	La cáscara de huevo y semilla de ciruela java mostraron la mayor eliminación de As (III) (78-87%), seguido de la cáscara de castaña de agua (75%), desperdicio de té (74%), mazorca de maíz (67%) y cáscara de granada (65%).	Pakistán	Shakoor et al. 2019

11	Biocarbón verde a base de algas marinas (Ulva reticulata)	99,5%	Las isothermas de adsorción se modelaron utilizando Toth, Redlich-Peterson, Langmuir y modelos de isoterma de Freundlich	El biocarbón sintetizado a partir de algas marinas verdes (U. reticulata) fue identificado como una solución eficiente y económica para la eliminación de arsénico (V) de aguas contaminadas	Demostraron que el biocarbón a base de algas marinas verdes es altamente efectivo en la adsorción de As (V) bajo modo de operación, tanto por lotes como por columnas; al igual demostró flexibilidad para ser reutilizado y regenerado.	La columna cargada con biocarbón se desorbió eficazmente utilizando NaOH (0,01 M), con una eficiencia de bioadsorción del 99,5%.	Brunei	Selthinkumar et al. 2019
12	Musgo acuático (Wanstorfia fluitans)	91- 98 %	Utilizaron análisis estadísticos (ANOVA bidireccional, LSD y prueba T) todos los datos experimentales se realizaron utilizando SPSS v22.	La eliminación de arsénico del agua después de 24 h de tratamiento fue mayor con materiales de musgo vivo que muerto; es decir 98,6% de eliminación de As del musgo vivo versus el 93,6% de eliminación de As del musgo muerto.	Demostraron que W. fluitans sería un candidato adecuado para la fitofiltración de arsénico en aguas contaminadas, ya que tiene una alta bioadsorción de As (III) y As (V).	Las razones de la concentración de As en las partes vivas eran el doble que en las partes muertas del musgo, esto puede explicarse por la bioadsorción y mecanismo en tejidos vegetales.	Suecia	Sandhi, Landberg, Greger 2017

La presente revisión sistemática se muestra detalladamente 12 estudios publicados entre enero del 2011 hasta setiembre de 2021, siendo, un total de bioadsorbentes utilizados en las investigaciones incluidas. La eficiencia del porcentaje de bioadsorción de arsénico procedente de diferentes fuentes encontrando en un periodo de 65% - 99,5%, con una media de eficiencia de 82,25%. Los estudios fueron desarrollados en 6 países diferentes pero la mayoría son desarrolladas en India y Pakistán.

Cuatro de las investigaciones utilizaron más de un bioadsorbente para evaluar la capacidad de adsorción de arsénico. Los bioadsorbentes que se utilizaron con más frecuencia fueron los provenientes de cáscaras de frutas y frutos secos. La mayoría de investigaciones incluidas mencionaron como análisis estadísticos a los modelos isotérmicos de Langmuir y freundlich, por otra parte, algunos autores utilizaron el análisis de varianza ANOVA durante su investigación.

Las doce investigaciones seleccionadas, crecen las investigaciones procedentes de India y Pakistán, siendo un total de cuatro para cada uno. Del total de investigaciones seleccionadas, nueve autores manifestaron que los distintos bioadsorbente lograron una bioadsorción de arsénico en valores mayores al 90%. En base a las condiciones operacionales, solo ocho investigaciones incluidas presentaron valores de pH, temperatura y tiempo durante la aplicación de bioadsorbentes en las aguas contaminadas por As (III) y As (V).

Tabla 4. Características y parámetros fisicoquímicas de las muestras de aguas contaminadas

N°	Procedencia de la muestra	pH	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Demanda química de oxígeno (mg/L)	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Autor(es) del estudio
1	Solución sintético	4,0	-	-	-	Banerjee et al.2016
2	Solución sintética	8,2	-	-	-	Shakoor et al. 2018
3	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas	-	11,9	8	-	Crognale et al. 2019
4	Solución sintética	6,72	-	-	-	Gogoi, Adhikari y Maji 2017
5	Solución sintética	-	-	-	-	Kamsonlian et al. 2012
6	Solución sintética	-	-	-	-	Podder y Majumder 2016
7	Solución sintética	6,2	-	-	-	Sattar et al. 2019
8	Solución sintética	7,2	-	-	-	Ali et al. 2019
9	Solución sintética	7	-	-	-	Klownpurk y Ambhorn 2019
10	Solución sintética	7	-	-	-	Shakoor et al. 2019
11	Solución sintética	4	-	-	-	Selthinkumar et al. 2019
12	Solución sintética	-	-	-	-	Sandhi, Landberg y Greger2017

El total de estudios que fueron seleccionados, solo un autor obtuvo su muestra a partir de las plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas, los 11 restantes son procedentes de laboratorios, conocidas como soluciones sintéticas. Solo una de las 12 investigaciones incluidas describió a tres parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas.

Por las investigaciones incluidas dieron una cierta concentración de arsénico en las aguas potables contaminadas donde realizaron su muestra, si no son tratadas o previamente analizadas en un periodo de tiempo causan diferentes impactos ambientales. En las investigaciones incluidas se mencionó cierta cantidad de demanda química de oxígeno que son presente en las aguas contaminadas y respectivamente la conductividad eléctrica. A ello, de las 8 investigaciones incluidas se mostraron en los niveles de pH estando presentes en las aguas, los valores mostrados de pH fueron de 4 a 8,2.

Tabla 5. Condiciones operacionales de los bioadsorbentes.

N°	Tipo de bioadsorbente	pH	Temperatura (°C)	Dosis (g/L)	Tiempo de contacto (min)	Observaciones	Autor (es) de estudio
1	Biomasa bacteriana	4	30	4,5	180	La tasa de adsorción de iones metálicos es un aspecto muy importante para juzgar la eficiencia de cualquier bioadsorbente para aplicaciones prácticas adecuadas.	Banerjee et al. 2016
2	Cáscara de sandía natural (WMR) y cáscara de sandía xantada (X-WMR)	8,2	20	4	120	La máxima adsorción de X- WMR podría atribuirse a las especies aniónicas de As (III) que interactúan con extremos positivos de aminoácidos.	Shakoor et al. 2018
3	Comunidad microbiana	-	-	3,4	180	La composición de las comunidades microbianas en los biorreactores difirió considerablemente del agua subterránea utilizada para los experimentos	Crognale et al. 2019
4	Raíz de Jacinto de agua	6,2	40	5	210	Con el aumento del tiempo de agitación, el equilibrio en la capacidad de adsorción del material aumento hasta un cierto tiempo (210 min) más allá de ello permaneció casi constante.	Gogoi, Adhikari y Maji 2017
5	Hoja de Psidium guajava	4	59,85	1	240	El tiempo de contacto entre el bioadsorbente y los iones metálicos son de gran importancia en el tratamiento de efluente contaminado.	Kamsonlian et al. 2012

6	Células vivas de <i>Bacillus arsenicus</i>	-	30	15	90	Para preparar las suspensiones celulares de bacterias, los sedimentos celulares se suspendieron en agua destilada a una densidad de celda estándar de 500g/L (peso húmedo) para estudios de bioadsorción.	Podder y Majumder 2016
7	Cáscara de maní (PS) y biocarbón de cáscara de maní (PSB)	7,2 – 5,4	70-450	0,1 – 1,3	1440-120	La bioadsorción ocurrió rápidamente hasta las 2 horas, logrando el equilibrio y desaceleró a partir de entonces.	Sattar et al. 2019
8	Biocarbón de cáscara de almendra (ASB)	6,2	450	0,6	120	El aumento de pH de 3 – 6 provocó un fuerte aumento en la bioadsorción de As (V). Sin embargo, un aumento en el pH de la solución (hasta 10) provocó una reducción notable en la bioadsorción de As (V).	Ali et al. 2019
9	Polvo de concha de ostra (OS) y ceniza de cáscara de arroz tratado (TRHA)	7	600	0,3	780	En el caso de pellets OS-TRHA, los gránulos molidos podrían disolverse en el agua destilada más que los granulos sin triturar porque la superficie de contacto fue mayor.	Klownpurk y Ambhorn 2019
10	Cáscara de huevo, semilla de ciruela java, cáscara de castaña de agua, mazorca de maíz, desperdicios de té y cáscaras de granada	7 – 9 -4,1 - 5,3 y 6	4 - 65	1 - 16	1440	Los experimentos de laboratorio de bioadsorción se llevaron a cabo en un sistema por lotes, utilizando viales de plástico (50ml) y una solución de electrolitos (NaCl 0,01 M) en todos los experimentos.	Shakoor et al. 2019
11	Biocarbón verde a base de algas marinas (<i>Ulva reticulata</i>)	2 - 10	300	7,14	120	Una mayor mejora del pH de equilibrio influye negativamente en la capacidad de bioadsorción del biocarbón.	Selthinkumar et al. 2019
12	Musgo acuático (<i>Wanstorfia fluitans</i>)	-	80	2,3	960	En todos los experimentos, se seleccionaron muestras de musgos sanos y se enjuagaron con agua para eliminar los sedimentos.	Sandhi, Landberg y Greger 2017

Tabla 6. Seguimiento del porcentaje de bioadsorción del arsénico.

N°	Nombre de los bioadsorbentes	Concentración inicial (mg/L)	Tiempo de tratamiento (min)	Concentración final (mg/L)	Porcentaje de adsorción (%)	Observaciones	Autor (es) del estudio
1	Biomasa bacteriana	3	10	1	97	En concentraciones por encima de 1000 g/L, el equilibrio se alcanza debido a la saturación de sitios de unión de activos disponibles.	Banerjee et al. 2016
2	Cáscara de sandía natural (WMR) y cáscara de sandía xantada (X-WMR)	7	120	4	78 - 98	Un mayor aumento de As (III) /As (V) inicial, la concentración hasta 7 mg/L tuvo un efecto insignificante sobre As (III) / (V), eliminados por los bioadsorbentes.	Shakoor et al. 2018
3	Comunidad microbiana	0,1	180	0,06	90	Se realizaron pruebas para evaluar más a fondo el impacto de las diferentes concentraciones iniciales de As (III) la presencia de sistemas mixtos As (III) / As (V) sobre la eficiencia global del proceso biológico.	Crognale et al. 2019
4	Raíz de Jacintode agua	0,1	300	0,7	96	La concentración inicial de iones en la tasa de eliminación de arsénico fue llevado a cabo en el rango de concentración de 0,1 a 0,7 mg/L para optimizar la dosis y el tiempo de tratamiento.	Gogoi, Adhikari y Maji 2017
5	Hoja de Psidium guajava	250	1920	50	93,49	En un volumen de 1000 ml de agua doble desionizada, utilizaron 1000mg/L de solución madre para la concentración de As (V) utilizando 8,8mg de arseniato de sodio.	Kamsonlian et al. 2012
6	Células vivas de Bacillus arsenicus	2	1440	5	93,478 - 95,156	Las soluciones madre de As (III) (1000mg/L) y As (V) (1000mg/L) se prepararon disolviendo 1,734g de arsenitode sodio y arseniato de sodio.	Podder y Majumder 2016

7	Cáscara de maní (PS) y biocarbón de cáscara de maní (PSB)	5	180	7	95 - 99	Un aumento adicional en la concentración de As (hasta 7mg/L) provoco una mejora mínima en la bioadsorción de As de ambas especies (PS Y PSB).	Sattar et al. 2019
8	Biocarbón de cáscara de almendra (ASB)	5	180	3,45	84 - 94	El aumento de la dosis del bioadsorbente muestra que la cantidad de sitios activos en la superficie del bioadsorbente pero fija la concentración de As (III) y As (V)	Ali et al. 2019
9	Polvo de concha de ostra (OS) y ceniza de cáscara de arroz tratado (TRHA)	241,67	2880	70,50	98,95	Las aguas residuales acidas obtenidas de procesos como el de la industria hidrometalurgica, industria minera, etc. Generalmente contienen alto concentrado de arsénico (5,240 – 14,740 mg/L)	Klownpurk y Ambhorn 2019
10	Cáscara de huevo, semilla de ciruela java, cáscara de castaña de agua, mazorca de maíz, desperdicios de té y cáscaras de granada	4	120 -	5	(78-87), (75), (67), (74) y (65)	La dosis de bioadsorbente fue de 1g/L y 4mg/L de concentración inicial de As (III) y As (V) la misma se utilizó para todos los experimentos.	Shakoor et al. 2019
11	Biocarbón verde a base de algas marinas (Ulva reticulata)	2	180	25	99,5	La solución de 25 mg/L se bombeo hacia arriba a través de una columna a 5ml/min, utilizando una bomba peristáltica y se cuantificaron inmediatamente las concentraciones de As (V).	Selthinkumar et al. 2019
12	Musgo acuático (Wanstorfia fluitans)	7,4	1440	5	91- 98	Las razones de la concentración de arsénico en las partes vivas eran el doble de altas que, en las partes muertas del musgo, esto se debe al mecanismo de adsorción de As de tejido vegetal.	Sandhi, Landberg y Greger 2017

Tabla 7. Datos del uso de bioadsorbentes para la adsorción de arsénico en aguas contaminadas

N°	Arsénico				Bioadsorbentes			Autor (es) del estudio
	Concentración inicial(mg/L)	Concentración Final (mg/L)	pH	Porcentaje de adsorción	Temperatura (°C)	Dosis (g/L)	Tiempo de contacto (min)	
1	3	1	4	97	30	4,5	180	Banerjee et al. 2016
2	7	4	8,2	78 - 98	20	4	120	Shakoor et al. 2018
3	0,1	0,6	-	90	-	3,4	180	Crognale et al. 2019
4	0,1	0,7	6,2	96	40	5	210	Gogoi, Adhikari y Maji2017
5	250	50	4	93,49	59,85	1	240	Kamsonlian et al. 2012
6	2	5	-	93,478 - 95,156	30	15	90	Podder y Majumder.2016
7	5	7	7,2 – 5,4	95 - 99	70 - 450	0,1 – 1,3	1440-120	Sattar et al. 2019
8	5	3,45	6,2	84 - 94	450	0,6	120	Ali et al. 2019
9	241,67	70,50	7	98,95	600	0,3	780	Klownpurk y Ambhorn2019
10	4	5	7 – 9 - 4,1 - 5,3 y 6	(78-87), (75), (67), (74) y (65)	4 - 65	1 - 16	1440	Shakoor et al. 2019
11	2	25	2 - 10	99,5	300	7,14	120	Selthinkumar et al. 2019
12	7,4	5	-	91 - 98	80	2,3	960	Sandhi, Landberg y Greger 2017

Tabla 8. Calidad metodológica de los estudios seleccionados.

N°	Estudios	Newcastle-Ottawa modificada				Datos específicos	
		Selección		Resultado		Toxicidad	Seguimiento
		Representatividad	Exposición	Porcentaje de adsorción	Tiempo de aplicación		
1	Banerjee et al. 2016	SI	NO	SI	SI	SI	SI
2	Shakoor et al. 2018	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	Crognale et al. 2019	SI	NO	SI	SI	SI	SI
4	Gogoi, Adhikari y Maji 2017	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	Kamsonlian et al. 2012	SI	NO	SI	SI	SI	SI
6	Podder y Majumder 2016	SI	NO	SI	SI	SI	SI
7	Sattar et al. 2019	SI	NO	SI	SI	SI	SI
8	Ali et al. 2019	SI	NO	SI	SI	SI	SI
9	Klownpurk y Ambhorn 2019	SI	NO	SI	SI	SI	SI
10	Shakoor et al. 2019	SI	NO	SI	NO	SI	SI
11	Selthinkumar et al. 2019	SI	SI	SI	SI	NO	SI
12	Sandhi, Landberg y Greger 2017	SI	NO	SI	SI	SI	SI

Representatividad: manifiesta si los adsorbentes muestra eficiencia para las aguas potables contaminadas por arsénico elevado. **Exposición:** se estima la capacidad si las características fisicoquímicas y condiciones operacionales de adsorbentes (pH, masa, tamaño, tiempo de contacto y temperatura), fueron semejantes y si el aprovechamiento de los tratamientos de adsorción es eficiente para reducir la concentración de arsénico en el agua para el consumo humano. **Periodo de aplicación:** indica el tiempo en que los adsorbentes consigue eliminar el arsénico en el agua. **Cantidad adsorbida:** se estimó si el adsorbente tuvo la capacidad de disminuir el valor de concentración inicial de las soluciones acuosas por el metal. **Porcentaje de remoción:** señala si el adsorbentes fue eficiente para eliminar o reducir la concentración inicial. **Seguimiento:** muestra el seguimiento de las soluciones en evaluación pre y post. **Toxicidad:** indica si las investigaciones describen la toxicidad de las soluciones.

La Tabla 5 y la Tabla 6 fueron una muestra de dos diferentes cantidades en concentración de arsénico que dieron un proceso de analizar durante el tratamiento de las aguas contaminadas, con ciertos respectivos bioadsorbentes, así mismo, para cada estudio incluido, a la finalidad los diversos autores de cada investigación incluida, siendo evaluados por el mayor porcentaje de adsorción donde llegaron sus respectivos bioadsorbentes, siendo diversas concentraciones de arsénico. Diversos autores de las investigaciones incluidas, manifestaron la aplicación del tratamiento las concentraciones iniciales del arsénico, así como las concentraciones finales. Además, las concentraciones y las dosis se encontraron en diferentes unidades lo cual se tenía que convertir a g/L (dosis) y mg/L (concentraciones).

Por las doce investigaciones incluidas identificaron las concentraciones iniciales de arsénico presentes en las aguas potables contaminadas, para realizar el tratamiento de adsorción de arsénico con la aplicación de bioadsorbentes.

Dentro de las condiciones operacionales de los bioadsorbentes, se tiene que evidenciar por los tres autores de los doce estudios investigados incluidas que se utilizaron en valores menores igual a 1mg/L en las dosis de bioadsorbentes dentro de los tratamientos de las aguas contaminadas. Los valores de temperatura fueron desde 20 a 600 °C, el pH fue de 2 a 10 y el tiempo entre 90 a 1440 minutos. En la tabla 7, se encuentran todos los datos encontrados en cada estudio de los tratamientos de aguas contaminadas.

En la Tabla 8, sobre la calidad metodológica de las investigaciones seleccionadas, en su indicador de exposición, se observa que el 10% de investigaciones no contribuyeron entro los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas, ni ante y después de los tratamientos.

4.1.1. META-ANÁLISIS

Dentro de la Figura 4, se relaciona los doce estudios seleccionados, que se ingresaron al software RevMan 5.4.1, donde se realizaron ciertos datos de concentraciones tanto como inicial y final. Lo cual, se compararon para determinar las concentraciones de los adsorbentes con mayor cantidad de arsénico, observándose que el análisis favorece a la concentración final. A ello, se muestra que la concentración final dentro de valores menores a paralelo de los valores de concentración inicial. Así mismo, los resultados de los análisis interpretan que tiene una relación proporcional por las concentraciones finales y por el porcentaje de bioadsorción de arsénico.

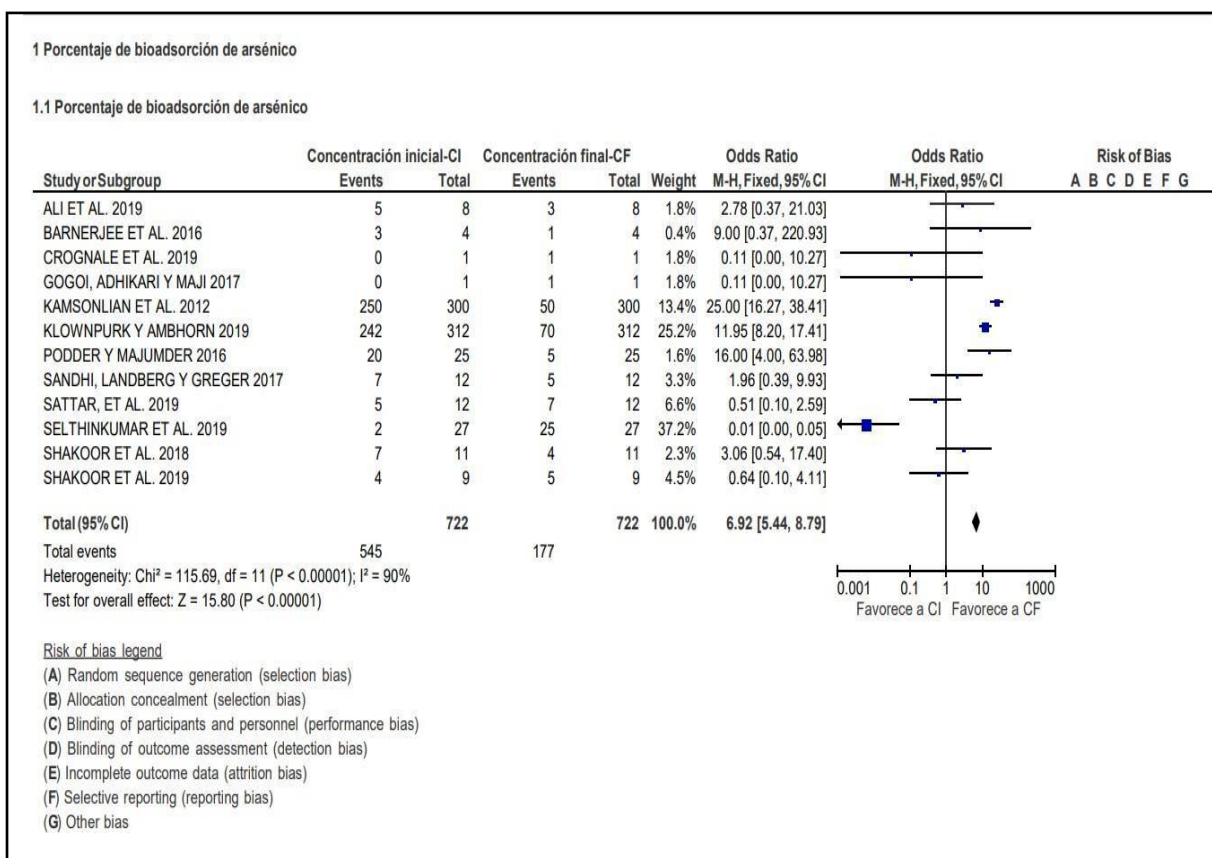


Figura 4. Meta-análisis de las concentraciones de tratamiento respecto al porcentaje de bioadsorción de arsénico.

Por la adecuada interpretación, dentro de la medida de efecto (Odds Ratio), la cual se evalúa por efecto del tratamiento en una población, a través de los siguientes intervalos.

Odds > 1: El incremento de tratamiento en el porcentaje de bioadsorción

Odds < 1: El tratamiento disminuye el porcentaje de bioadsorción

Odds = 1: El tratamiento no tiene efecto

Dentro de la medida de efecto Odds Ratio, se elaboró un 6,92 que se desarrolló un incremento a 692 % por el porcentaje de adsorción de arsénico en las aguas potables contaminadas. La concentración final es facilitar con la medida del efecto Odds Ratio a divergencia de la concentración inicial. Los estudios incluidas mostraron una heterogeneidad significativa del ($I^2 = 90\%$), que se presenta en los resultados de los estudios y los efectos que son homogéneos de acuerdo al grado de variación entre los efectos de intervención.

El peso (Weight) representa la cantidad total de estudios investigados que son incluidas, se mostraron que la investigación de Selthinkumar et al. 2019, tiene un peso de 37,2% a diferencia de cantidad de los demás estudios, cabe mencionar que dicha investigación cuenta con el mayor porcentaje de bioarsorción de arsénico con un 99,5%, demostrando mayor eficiencia que el resto de investigaciones.

4.1.2. INTERPRETACIÓN EN EXCEL

En la Figura 5, se muestra las concentraciones del arsénico para el tratamiento con bioadsorción, se demostró que las concentraciones iniciales (Ci) siendo mayores por las concentraciones finales (Cf).

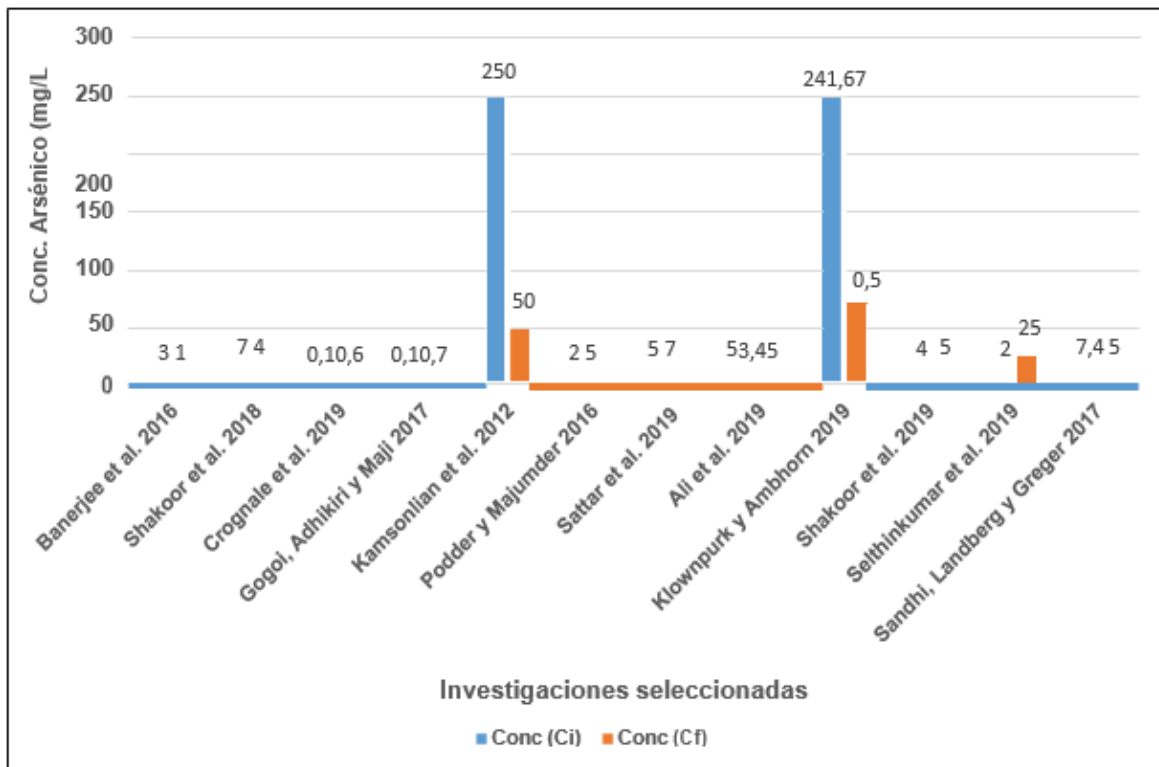


Figura 5. Concentraciones Ci y Cf

La Figura 5, se muestra que la mayoría de investigadores utilizaron cantidades altas de bioadsorbentes en la concentración inicial, la concentración de arsénico más alta fueron las que utilizaron los investigadores Kamsonlian et al. 2012 y Klownpurk y Ambhom 2019 de las doce investigaciones seleccionadas en el estudio. Dichos investigadores utilizaron una concentración inicial de 250 mg/L y 241,67 mg/L de arsénico, respectivamente. Para la concentración final redujeron la concentración a 50 y 70,5 respectivamente.

En la Figura 6, se observó los diferentes porcentajes de adsorción de siendo los tipos de bioadsorbentes utilizados en los doce estudios seleccionados del presente estudio. Se demuestra que la gran mayoría de bioadsorbentes tuvieron un alto porcentaje de adsorción de Arsénico, sobrepasando el 65% de adsorción.

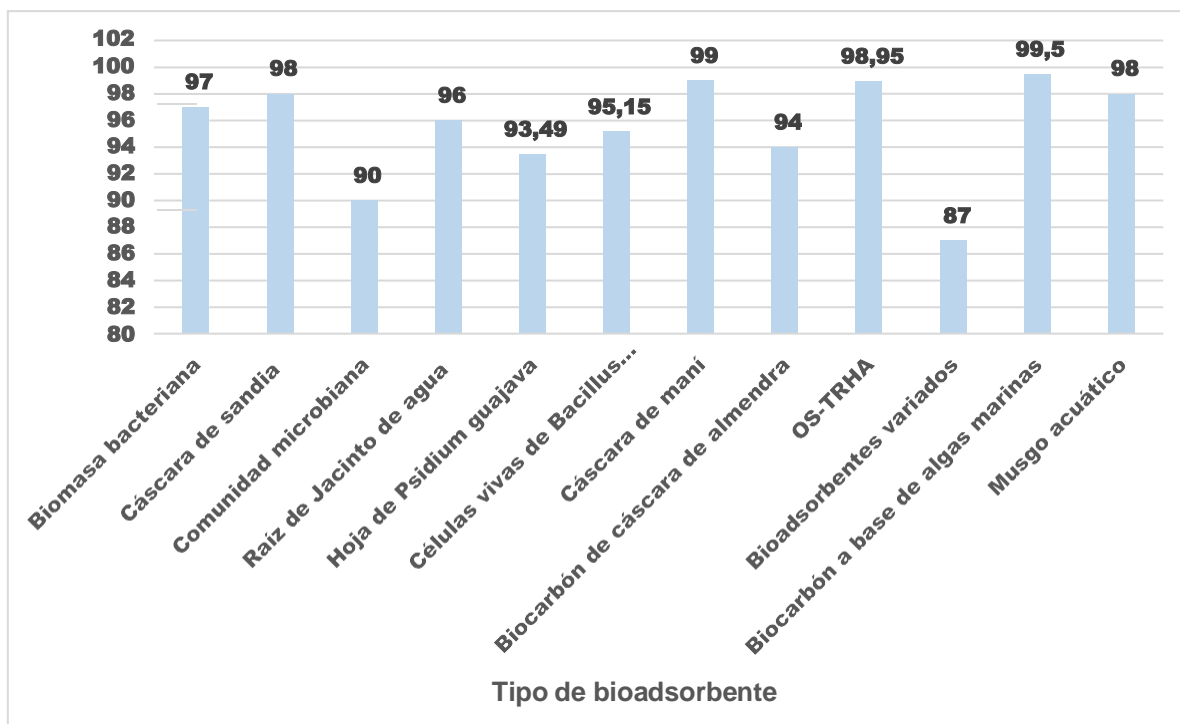


Figura 6. Porcentaje de adsorción de los carbones activados

La figura 6, muestra las doce investigaciones seleccionadas, los tipos de bioadsorbentes que tuvieron mayor porcentaje de adsorción de arsénico fueron los que estuvieron compuestos biocarbón a base de algas marinas, cáscara de maní y el bioadsorbente a partir de polvo de concha de ostra y cenizas de cáscara de arroz tratado (OS-TRHA). De las cuales, el biocarbón a base de algas marinas tuvo el porcentaje de adsorción más alto con un 99,5%, seguido de las cáscaras de maní con un 99% y posteriormente el bioadsorbente OS-TRHA con un 98,95% de adsorción de arsénico.

Sin embargo, no todos tuvieron el porcentaje alto que se esperaba, el porcentaje de adsorción más bajo fue el bioadsorbente derivado de los cáscara de huevo con un 87% de adsorción, el cual que se encuentra dentro de la investigación que más bioadsorbentes utilizo, unos 6 para ser precisos (cáscara de huevo,

semilla de ciruela java, cáscaras de castaña de agua, mazorca de maíz, restos de té y cáscara de granada) de estos, los dos que más destacaron por su mayor porcentaje de adsorción fueron la cáscara de huevo y la semilla de ciruela java.

V. DISCUSIÓN

Luego del proceso de selección y exclusión de investigaciones dentro de esta revisión sistemática, se analizaron posteriormente los resultados los cuales tuvieron como síntesis a 12 investigaciones finales con índices de adsorción bastante elevados. De esta forma, se obtuvieron datos decisivos que resaltaron la prevalencia de los adsorbentes frente al arsénico, haciendo que este se reduzca de manera exitosa con altos porcentajes de remoción, los cuales varían del 87% al 99.5%. A pesar de tener diferencias en los métodos de empleo de cada adsorbente, es claro que todos los incluidos son altamente eficientes y cumplen con los estándares requeridos con respecto al objetivo principal de este proyecto.

Podder y Majumder 2016 evaluaron el rendimiento de células vivas de *Bacillus* arsénicos para eliminar As (III) y As (V) de aguas superficiales contaminadas. Por consiguiente, el porcentaje de adsorción fue de 93.478% de As (III) y 95.156% de As (V). Por otro lado, Qin. et al. 2020 utilizó la misma metodología basada en *Bacillus* cargada en Fe 3+, alcanzando aproximadamente un 97.50% de As (III) eliminado en 90 minutos. Los autores de estas dos investigaciones resaltan que utilizar *Bacillus* como mecanismo de adsorción tiene un gran potencial aplicativo para la remoción de arsénico en el tratamiento efectivo de aguas contaminadas con una eficiencia por encima del 90%.

Shakoor et al. 2018 analizaron la eficiencia de remoción de As (III) y (V) a través de la cáscara de sandía natural (WMR) y cáscara de sandía xantada (X-WMR) como medio natural, accesible y de fácil aplicación para la remediación de agua contaminada, obteniendo grandes porcentajes de remoción del 98% para As (V) y 99% para As (III) con la de tipo xantada. Unos experimentos similares hicieron Torres. et al, en el año 2019 en Lambayeque, Perú, con la cáscara de naranja (*sitrus sinensis*) la cual tuvo un porcentaje de remoción del 97.77% a condiciones de pH similar con el experimento anterior, los cuales variaron de pH (8) a pH (4) respectivamente, sin afectar el resultado final. Estos experimentos señalan que, a condiciones normales de pH en el agua, se pueden aplicar estos dos tipos de

biomasas para una reducción de As eficiente muy cercano al 100% de efectividad, siendo 2 métodos completamente accesibles para la reducción del arsénico.

Banerjee et al. 2016, evaluaron la eficiencia dentro de la biomasa bacteriana para la distribución del arsénico mediante la adsorción, dando el proceso de bioadsorción máximo en 97%, demostrando el enfoque de la capacidad de adsorción de la biomasa. Por otro lado, Jaiswal et al. 2018 demostraron la efectividad de biomasa de cepas inmovilizadas de hongos autóctonos en la biosorción de As, concluyendo eliminar el 92% de biosorción, demostrando la eficiencia de ambos tipos de bioadsorbentes siendo una distribución homogénea para la capacidad de la eliminación. Los autores presentados determinaron que la evaluación del proceso, utilizando la biomasa por bacterias o natural, son tratamientos eficientes para la remoción del As (III) siendo el más contaminante en las aguas potables o aguas residuales. Así mismo, cada tratamiento tiene una capacidad por la distribución la cual capta la biomasa, siendo en el proceso de bioadsorción.

Sattar, MS et al, 2019 describieron en su ensayo que se puede remover en grandes porcentajes al arsenito As (III) y arsenato As (V) a través de la cáscara de maní (PS) y el biocarbón de la cáscara de maní (PSB). Los resultados concluyeron que el biocarbón de maní tuvo un porcentaje de sorción mayor al del PS, con un 95% a pH 7.2 y con un 99% a pH 6.2. Por otra parte, Khownpurk et al. 2019, determinaron que, por las cenizas de la cáscara de arroz como adsorbente para el As (III), se obtuvo una capacidad del 75% de eliminación, siendo aceptable la eficiencia de remoción para el tratamiento del agua contaminada. Por lo tanto, se demuestra en estos casos que el biocarbón tiene mayor poder de adsorción frente a los bioadsorbentes comunes a la hora de remover arsénico.

Kamsonlian S. et al. 2012, realizaron una efectiva bioadsorción de iones de As (III) y As (V) a través del polvo de la hoja *Psidium Guajava*, la cual mostró un rendimiento efectivo de adsorción del 93.49% en aguas contaminadas debido a que se absorbió, por separado, 1.06 mg por gramo de As (III) y 2.39 mg por gramo de As (V) en condiciones óptimas de tratamiento. Por otro lado, Podder y Majumder,

2016, hicieron una combinación de hojas Neem y partículas de $MnFe_2O_4$ (nanopartículas de ferrita de manganeso) demostrando un nivel de eficiencia de remoción de 85.217% y 88.154% dentro de una concentración de 50 mg por litro tanto de As (III) como de As (V), respectivamente. Ambos experimentos refieren que, en condiciones óptimas de pH, temperatura y tiempo adecuados, las hojas de guajava y neem son ideales para remover arsénico de las aguas por encima del 80%, haciéndolas de gran ayuda a la hora de remover arsénico en poco tiempo y de manera factible.

Shakoor et. al 2019, intentaron la adsorción de bajo costo de arsénico a través de implementos accesibles como la cáscara de huevo, obteniendo una adsorción del 78%, semilla de ciruela java al 87%, cáscara de castaña de agua con eficiencia del 75%, mazorca de maíz con 67%, los desechos de té con una remoción del 74% y, por último, la granada pelar con un 65% de adsorción. Estos autores concluyeron que todos los implementos usados obtuvieron resultados óptimos, pero que la cáscara de huevo y la semilla de ciruela java hacen un mejor trabajo removiendo arsénico de las aguas contaminadas en tan solo 2 horas de contacto. Por otra parte, Ali S. et. al, 2020, experimentaron una adsorción similar con cáscaras duras, en este caso utilizaron cáscara de almendra (ALS) y biocarbón de cáscara de almendra (ASB) para obtener una eficiencia de adsorción del 84% con el ALS y 94% con el biocarbón (ASB), concluyendo que el biocarbón es más eficiente para la remoción de arsénico en este caso. Ambos experimentos demostraron que los modelos de isoterma de Langmuir se ajustan mejor a los datos de adsorción para los dos tipos de As, tanto del As (III) como del As (V).

Khownpurk, P. y Chandra-Ambhorn, W. propusieron en su experimento que el polvo de concha de ostra (OS) y la ceniza de cáscara de arroz tratada (TRHA) son bastante efectivos para la remoción del As (III) y (V), y demostraron que, en combinación y dosis adecuadas, logran remover hasta en un 98.95% de arsénico en agua contaminada, con gránulos que no se agrietan y con alta eficiencia de bioadsorción de As (III) de 26.2 mg por gramo de gránulos OS – TRHA. Así mismo, Senthilkumar, S. et al, 2020 utilizaron biocarbón proveniente de las algas verdes (*Ulva reticulada*) obteniendo un porcentaje de adsorción del 59.5%; sin embargo,

se utilizó un compuesto adicional (NaOH 0.01M) para la desorción del arsénico del biocarbón utilizado, con un porcentaje de desorción del 99.5%. De esa manera, se puede decir que el biocarbón de algas verdes puede ser reutilizado para seguir removiendo más arsénico en una misma muestra de agua. Luego, el polvo de concha de ostra en asociación con las cenizas de cáscara de arroz tratado (OS-TRHA) realiza una mejora de adsorción con alta eficiencia; así mismo, el biocarbón de algas verdes tiene un porcentaje medio de adsorción, pero si se le añade el NaOH, puede volver a utilizarse para obtener así una mejora en la adsorción del arsénico en una muestra de agua. Finalmente se puede afirmar que las combinaciones de muestras logran mejores resultados.

VI. CONCLUSIONES

Los adsorbentes naturales como la biomasa de ciertas frutas y los biocarbones han demostrado ser bastante eficaces a la hora de disminuir enormemente la cantidad de arsénico en el agua contaminada, dejándola limpia y con los parámetros de calidad adecuados para el consumo humano. La adsorción que presentan estos componentes en los resultados ha tenido una alta respuesta de reducción del arsénico con porcentajes que fueron desde el 82.25% como mínimo hasta el 99.5% como máximo. Por lo mismo, estos resultados señalan que los adsorbentes como la biomasa y el biocarbón son bastante eficientes, y en algunos casos, de fácil aplicación.

De acuerdo a las doce investigaciones que se obtuvieron, el biocarbón a base de algas marinas con 99.5% de adsorción, seguido del biocarbón de la cáscara de maní (PSB) con un 99% de adsorción y la combinación del polvo de concha de ostra y cenizas de cáscara de arroz tratado (OS-TRHA) con un 98.95% mostraron un gran resultado en cuanto a la remoción efectiva del semimetal en cuestión y otorgando un tratamiento de agua aceptable para consumo humano, dejándola con niveles de arsénico por debajo de lo establecido por la OMS.

Dentro del estudio se hallaron adsorbentes con un porcentaje de remoción más elevado que otros, ya que los parámetros fisicoquímicos tales como el DQO, DBO y TDS no son los mismos; es decir, varían en cada adsorbente y cada método de empleo. Así mismo, las condiciones operacionales tales como la temperatura, tiempo de contacto, dosis y pH pueden compartir cierta similitud en cada adsorbente pero no son iguales en ningún caso.

El proceso de análisis de la investigación en concentraciones iniciales como finales, demostraron resultados eficientes procedencia a las aguas contaminadas, evaluándose los valores en pH de 4 a 8,2, incluyendo el tiempo de contacto a 90 a 1440 minutos, con temperatura de 20 a 60 °C, indicando que los valores en porcentajes de los tratamientos fueron favorables para la eliminación de arsénico en las aguas contaminadas.

VII. RECOMENDACIONES

Para conseguir resultados altamente efectivos en cuanto a remoción de arsénico, se recomienda utilizar principalmente al biocarbón como adsorbente, teniendo en cuenta de que es el que más eficiencia tuvo en varios estudios ya analizados.

Es necesario considerar la versatilidad de los mecanismos de investigación que podamos encontrar para que ayuden a realizar una revisión más detallada, ya que guían al estudiante a generar mejores estrategias de búsqueda y conseguir mejores resultados sin gastar más tiempo del necesario. Las estrategias de búsqueda deben ayudar siempre a mejorar la calidad metodológica de la revisión sistemática.

Se recomienda que, a través del Journal Citation Report (la cual es un programa dentro de la plataforma Web of Science) se pueda calcular el factor de impacto que tiene una revista científica. De este modo se sabrá, a través del análisis técnico, qué tipos de investigaciones han tenido más relevancia en el campo de estudio científico, asegurándonos de que existe una gran confiabilidad en el instrumento.

VIII. REFERENCIAS

1. Alvarez, G; et al. 2014. Remoción de arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del Manantial de Quero – Jauja, Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3719>
2. Antonio, I (2015). Remoción de arsénico del agua empleando el biopolímero quitosano en forma de perlas como bioadsorbente, BUAP. Maestría en ingeniería opción terminal ambiental. Disponible en:
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/9010>
3. Avila, A et al. 2020. Evaluación de la eficiencia de remoción del arsénico en agua subterránea utilizando harina de Totora Nativa (*Schoenoplectus californicus*) en la zona rural de Coata, región Puno. Universidad Peruana Unión. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3205>
4. BANERJEE, Anindita et al. Application of statistical design of experiments for optimization of As (V) biosorption by immobilized bacterial biomass. Ecological Engineering [en línea] 2016, vol. 84. [Fecha de consulta el 26 de noviembre del 2021]. [Application of statistical design of experiments for optimization of As\(V\) biosorption by immobilized bacterial biomass - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.08.011)
5. BRITO BENAVIDES, María Cristina; VERA MONTAÑO, Bégica Alejandra. Uso de la cascara de banano (*Musa Paradisiaca*) modificada con Quitosano, como: Capacoila, J (2020). Remoción de arsénico con biomazas orgánicas. Una revisión, EP Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión. Disponible en:
[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3313/Jose Tra bajo Bachiller 2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3313/Jose_Tra_bajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. Carmona, N; Sánchez, A; Maza, J (2015). Bioadsorción de arsénico con biomazas derivadas de las cáscaras de banano, arroz y coco en aguas excedentes de plantas de beneficio. 51(9): pp.945-952. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Maza->
7. CASTRO, Bismark (2015). Uso de la cascara de banano (*Musa paradisiaca*) maduro deshidratado (seco) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, en aguas contaminadas. Tesis (Magister de Impactos

- Ambientales). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015. 128pp. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano_Dr.%20Castro.pdf
8. Choquejahuá, Y (2018). Evaluación de la remoción de arsénico en medio acuoso a través de la bioadsorción con biomásas de granos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y avena (*Avena sativa* L.) bajo condiciones altoandinas - Puno, 2018. Universidad Peruana Unión, Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1689>
 9. Choquejahuá, Y. (2018). Evaluación de la remoción de arsénico en medio acuoso a través de la bioadsorción con biomásas de granos de cebada
 10. CROGNALÉ, Simona et al. Biological As(III) oxidation in biofilters by using native groundwater microorganisms. Ecological Engineering [En línea] 2019, vol. 10 [Fecha de consulta 26 de noviembre del 2021]. Biological As(III) oxidation in biofilters by using native groundwater microorganisms – ScienceDirect en aguas subterráneas, La Colorada – Mórrope. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48523>
 11. Flores, M (2016). Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja, ed. 589-567. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/834/Flores_HMB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 12. Francisca, F. M., & Carro Perez, M. E. (2014). Remoción de arsénico en agua mediante procesos de coagulación-floculación. Revista internacional de contaminación ambiental, 30(2), 177-190. 76 g.M, S. (2016). Aproximación teórica a la bioadsorción de metales pesados por medio de microorganismos.
 13. FRANCO, LUIS FERNANDO; LONDOÑO-MUÑOZ, PAULA TATIANA; MUÑOZ-GARCÍA, FABIÁN GERARDO. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial, 2016, vol. 14, no 2, p. 145-153.
 14. GARCÍA BARRERA, Alma Verónica, et al. Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada. Reproducción del documento original: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2018/10/Tratamiento-de-agua->

[contaminada-con-metales-pesados-utilizando-como-medios-filtrantes-biorresina-intercambiadora-de-cationes-de-la-cascara-y-tallo-de-guineo-y-carb%C3%B3n-activado-de-endocarpo-de-coco.pdf](#)

15. García, A (2021). Determinación de la capacidad de bioadsorción de metales pesados mediante el uso de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en aguas contaminadas, Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana/Tesis/Grado. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20073>
16. GOGOI, Pankaj et al. Bioremediation of arsenic from water with citric acid cross-linked water hyacinth (*E. crassipes*) root powder. *Environ Monit Assess* (2017) 189:383. [Fecha de consulta 24 de noviembre del 2021] sci-hub.se/10.1007/s10661-017-6068-2, <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/viewFile/210/2302>, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992015000100010
17. Huallpa, W (2017). Biosorción con panca de maíz (*Zea mays*) para la remoción de Arsénico en aguas contaminadas a nivel de laboratorio, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16607>
18. KAMSONLIAN, Suantak et al. Biosorption of Arsenic from Contaminated Water onto Solid Psidium guajava Leaf Surface: Equilibrium, Kinetics, Thermodynamics, and Desorption Study.
19. MAGALLANES MIRANDA, BRENDA (2019) EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA CON ZEOLITA NATURAL MEDIANTE SISTEMA BATCH Y LECHO EMPACADO. Maestría thesis, Universidad Autónoma de Chihuahua. Disponible en: <http://repositorio.uach.mx/283/>
20. Marin, V (2015). BIOSORCIÓN DE ARSENICO (V) UTILIZANDO RESIDUOS DE LIMÓN (*Citrus aurantifolia* var. swingle), Estudiante del Programa Institucional en Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de químico farmacobiología. Instituto de investigaciones químico biológicas. Morelia C.P. 58240. Disponible en: <https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/IV/carteles/CIV-30.pdf>

21. Mesias, A (2019). Aplicación de cascara de huevo calcinada para la remoción de metales pesados en soluciones acuosas. Universidad Peruana Union, Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2449>
22. Miranda, L (2017). "BIOSORCION DE METALES PESADOS DISUELTO EN SOLUCIONES ACUOSAS, CON CASCARA DE TUNA (Opuntia ficus - indica)", Revista mundo científico. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Midwar-Ancco>
23. Ordoñez, A (2017). Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (Solanum tuberosum) para remoción de metales pesados en aguas contaminadas. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14969>
24. RAMIREZ CAJALEON, Yunnior Rolan (2018). Aplicación de la cascara de la musa paradisiaca, para la remoción de metales pesados (arsénico, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de las localidades de eslabón y mitucroIndependencia-Huaraz-Ancash, diciembre 2015-julio 2016. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2371>
25. Ríos Elizalde, P. E. (2014). Cinética de bioadsorción de arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo (tesis de pregrado). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Química y de la Salud, Machala, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1579>
26. RODRÍGUEZ HEREDIA, Dunia. Intoxicación ocupacional por metales pesados. Medisan, 2017, vol. 21, no 12, p. 3372-3385. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012
27. Sala, L (2010). Bioadsorción para la eliminación de metales pesados en aguas de desechos. Química y Medio Ambiente. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3235861.pdf>
28. Saldaña, K (2020). Evaluación del porcentaje de bioadsorción del arsénico en agua potable de Sama Inclán -Tacna utilizando cáscara de maracuyá (Passiflora edulis) en polvo, Universidad Privada de Tacna. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/UPT/1708/Saldana-Lopez-Karla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

29. SHAKOOR, Muhammad et al. Arsenic removal by natural and chemically modified water melon rind in aqueous solutions and groundwater. *Science of the Total Environment* [En línea] 2018, vol. 109, p. 714-724 [Fecha de consulta 24 de noviembre del 2021]. [Arsenic removal by natural and chemically modified water melon rind in aqueous solutions and groundwater – ScienceDirect](#)
30. Torres Laura, A., Choquecota Mena, R., Mamani Coaquera, G., Ticona Quispe, P., Sanga Franco, M., & Gutierrez Flores, I. (2020). Bioadsorción de arsénico del agua del río Locumba utilizando cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, (26), 41–47. Disponible en: <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.26.931>
31. Trelles, J (2013). Biosorción de arsénico en medio acuoso empleando biomásas vegetales inertes, Universidad Nacional de Ingeniería, UNI-TESIS. Disponible en: http://lareferencia.org/vufind/Record/PE_455d6db9709379a2dfba3a2f62e9df0_a

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Matriz de operacionalización de variables						
Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición/unidades
Variable independiente	Adsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada	Para el tratamiento de aguas, los métodos pueden variar. El método más económico es la adsorción, la cual es la fase de adhesión de iones metálicos en la superficie de un cuerpo orgánico o biomasa (Tejada-Tovar, 2015).	De acuerdo a las revisiones sistemáticas de cada ensayo, en la adsorción se consideró mayormente las condiciones operacionales tales como pH, temperatura, dosis y tiempo de contacto.	Condiciones Operacionales	pH	Escala de intervalo
					Temperatura	
					Dosis	
					Tiempo	
Variable dependiente	Arsénico(As) elevado y su reducción	El arsénico es un metal pesado muy tóxico en su forma inorgánica. Actualmente se encuentra en grandes niveles dentro de las cuencas subterráneas, y su consumo en dosis mayores a los 10 µg/L es perjudicial para la salud a largo plazo (OMS, 2018).	En la remoción o reducción de Arsénico en agua, se observó en distintos ensayos que se consideraban en mayoría los Parámetros Físicoquímicos del agua y el porcentaje de reducción de este semimetal.	Parámetros Físicoquímicos del agua	DQO	Escala de razón
					DBO	
					TDS	
				Porcentaje de reducción de arsénico	Concentración inicial	
					Concentración final	

Matriz de Consistencia					
Problema general de investigación	Objetivo general de investigación	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Cuáles son los bioadsorbentes más eficientes para la reducción de arsénico y tratamiento accesible del agua potable contaminada?	Determinar cuáles son los bioadsorbentes más eficientes para la reducción de arsénico y tratamiento accesible del agua potable contaminada dentro de un período no mayor a 10 años, es decir, desde 2011 hasta 2021.	La bioadsorción es eficaz para remover arsénico como tratamiento accesible del agua potable contaminada.	Variable Independiente: La bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada	Condiciones Operacionales	Tipo de Investigación: Aplicado. Enfoque: Cuantitativo. Diseño de Investigación: Transversal No Experimental.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Parámetros Físicoquímicos del agua para consumo	Nivel de Investigación: Descriptivo comparativo.
¿cuáles fueron los porcentajes más altos de remoción de arsénico?	Identificar los porcentajes más altos de remoción de Arsénico,	Existen porcentajes altos de remoción de Arsénico.			Población, Muestra y Muestreo: Páginas de Investigación Científica.
¿bajo qué condiciones operacionales actúan estos bioadsorbentes?	Analizar las condiciones operacionales bajo las cuales actúan estos bioadsorbentes,	A través de la revisión sistemática, se analizan las condiciones operacionales bajo las cuales actúan estos bioadsorbentes.	Variable Dependiente:		
¿cuántas veces como máximo pueden ser utilizados los mismos bioadsorbentes para la reducción de arsénico como tratamiento accesible del agua potable contaminada?	Mencionar la cantidad máxima de veces que los bioadsorbentes pueden ser utilizados.	A través de la revisión sistemática, se menciona la cantidad máxima de veces que los bioadsorbentes pueden ser utilizados.	El arsénico (As) elevado y su reducción.	Porcentaje de reducción de Arsénico	Instrumentos de recolección de datos: Instrumentos a partir de fichas de recolección de datos.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios seleccionados en la revisión sistemática**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de las muestras del agua potable contaminada**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **El uso de bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de arsénico**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Rubén Víctor Munive Cerrón**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de bioadsorción de arsénico**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

85%



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios seleccionados en la revisión sistemática**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

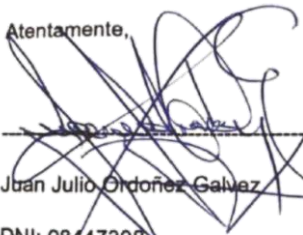

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,



 Juan Julio Ordóñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de las muestras del agua potable contaminada**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,



 Juan Julio Ordóñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **El uso de bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordóñez Gálvez

DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de arsénico**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,

Juan Julio Ordóñez Gálvez

DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

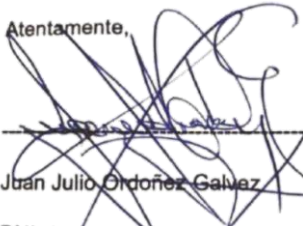
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,



 Juan Julio Ordóñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Dr. Julio Ordóñez Gálvez**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de bioadsorción de arsénico**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

90%

Atentamente,



 Juan Julio Ordóñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios seleccionados en la revisión sistemática**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de las muestras de agua potable contaminada**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **El uso de bioadsorción como tratamiento accesible del agua potable contaminada**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de arsénico**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**
- 1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: **Ing. Lucero Katherine Castro Tena**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/ UCV Lima Norte**

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de bioadsorción de arsénico**

1.4. Autor (a) del instrumento: **Escudero Santillán, Steffany Aracelly/ Rodríguez Uriarte, Kevin**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está 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

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

95%



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Lima, 28 de junio de 2021

FICHA 1. Características de los estudios seleccionados en la revisión sistemática

N°	Tipo de bioadsorción	Porcentaje de Arsénico (As)	Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones	Observaciones	Ámbito geográfico temporal	Autores del estudio
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

FICHA 2. Características fisicoquímicas de las muestras del agua potable contaminada

N°	Procedencia de la muestra	Color	Concentración de Arsénico (As)	pH	Observaciones	Autores de estudio
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

FICHA 3. Seguimiento del porcentaje de bioadsorción del arsénico

N°	Nombres de los bioadsorbentes	Concentración Inicial (mg/L)	Tiempo de tratamiento (min)	Concentración Final (mg/L)	Porcentaje de bioadsorción	Observaciones	Autor (es) del estudio
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

FICHA 4. Datos del uso de bioadsorbentes para la adsorción de arsénico en aguas contaminadas

N°	Arsénico			Bioadsorbentes				Autor (es) del estudio
	Concentración Inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Porcentaje de adsorción	pH	Temperatura (°C)	Dosis (g/L)	Tiempo de contacto (min)	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

FICHA 5. Calidad metodológica de estudios concluidos							
N°	Estudios	Newcastle-Ottawa modificada				Datos específicos	
		Selección		Resultados			
		Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Periodo de aplicación	Toxicidad	Seguimiento
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI:70837735
CIIP: 162994

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

FICHA 6. Condiciones operacionales de bioadsorción de arsénico							
N°	Tipo de bioadsorción	pH	Temperatura	Dosis (g/L)	Tiempo óptimo	Observaciones	Autor (es) del estudio
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIIP: 162994

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308