



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en
aguas contaminadas utilizando biomosas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Barrientos Ramirez, Frank Hitlher (ORCID: 0000-0003-2806-0032)

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

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Se lo dedicamos especialmente al forjador de nuestros caminos, a Dios, quien nos guía, acompaña y brinda sabiduría para desarrollar de la presente tesis.

A nuestras madres Betty Montesinos Moore y Rosa María Ramirez Ruiz, por el gran amor que nos tienen y por cada consejo brindado a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros padres Juan Daza Ponte y Crisologo Portillo Montoya, por impulsarnos en todo momento a no rendirnos y cumplir nuestras metas.

Así también, dedicado en memoria a quien en vida fue América Dávila Díaz, por su inmenso amor y bondad.

Agradecimiento

En primera instancia, expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por la dirección y rigor que ha facilitado a las mismas. Asimismo, agradecemos a nuestros docentes quienes nos educaron con principios y valores, para un futuro donde la ética profesional prime sobre nuestras acciones.

Agradecemos a nuestras familias, porque son el motivo de nuestros esfuerzos, sin ellos no hubiese sido posible estar donde estamos.

Gracias a nuestras parejas y amigos que siempre nos han brindado apoyo moral y humano, necesarios para los momentos difíciles de este trabajo y profesión.

Pero, sobre todo, a nosotros por no habernos rendido ante la adversidad, por no sucumbir ante los momentos más difíciles, donde la fuerza nos abandonaba.

A todos, muchas gracias.

Índice de contenido

Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGIA	11
3.1 Tipo y diseño de la investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5 Procedimiento	14
3.6 Método de análisis de datos	18
3.7 Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla 1. Mecanismos de remoción (Tamay Crespo, 2019).....	8
Tabla 2. Tabla de validez	13
Tabla 3. Cadena de búsqueda	17
Tabla 4. Análisis de datos de los 10 estudios más representativos del análisis bibliométrico de remoción de cadmio utilizando biomasas.....	19
Tabla 5. Análisis de datos de los 10 estudios más representativos del análisis bibliométrico de remoción de cobre utilizando biomasas.	20
Tabla 6. Principales tipos de documentos publicados a) Scopus b) WoS....	30

Índice de figuras

Figura 1. Imagen SEM de la cáscara de papa después de la sorción de Cu (Feizi y Jalali 2015).....	6
Figura 2. Proceso de bioadsorción (Carro de Diego, 2012).	7
Figura 3. Métodos de remoción (Fuente propia).	9
Figura 4. Diagrama de procedimiento de búsqueda de información	14
Figura 5. Revistas con mayor producción científica de la base de datos Scopus	22
Figura 6. Revistas con mayor producción científica de la base de datos Web of Science	22
Figura 7. Tipos de documentos de la base de datos Scopus	23
Figura 8. Tipos de documentos de la base de datos Web of Science	23
Figura 9. Cantidad de artículos publicados por año en la base de datos Scopus	24
Figura 10. Cantidad de artículos publicados por año en la base de datos Web of Science	24
Figura 11. Investigaciones científicas en función a los países en la base de datos Scopus.....	25
Figura 12. Investigaciones científicas en función a los países en la base de datos Web of Science	25
Figura 13. Cantidad de investigaciones por área temática en la base de datos Scopus.....	26
Figura 14. Cantidad de investigaciones por área temática en la base de datos Web of Science	26

Figura 15. Metodologías aplicadas para la caracterización de biomosas en investigaciones de Scopus	27
Figura 16. Metodologías aplicadas para la caracterización de biomosas en investigaciones de Web of Science	27
Figura 17. Métodos de remoción más empleados en las investigaciones de la base de datos Scopus	28
Figura 18. Métodos de remoción más empleados en las investigaciones de la base de datos Web of Science	28
Figura 19. Métodos de remoción de las investigaciones en función de los años en Scopus.....	29
Figura 20. Métodos de remoción de las investigaciones en función de los años en Web of Science	29
Figura 21. Superposición de artículos y revisiones científicas de la base de datos Scopus y Web of Science.....	30
Figura 22. Mapa de red de las investigaciones en función a los países de la base de datos Scopus	31
Figura 23. Mapa de red de las investigaciones en función a los países de la base de datos Web of Science	31
Figura 24. Mapa de red de los autores más citados entre los años 2010 – 2020 en Scopus	32
Figura 25. Mapa de red de los autores más citados entre los años 2010 – 2020 en Web of Science	32
Figura 26. Mapa de red de las palabras claves de autor en Scopus.....	33
Figura 27. Mapa de red de las palabras claves de autor en Web of Science	33

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la tendencia de las publicaciones sobre la eficiencia de remoción de cadmio y cobre utilizando biomásas en aguas contaminadas. La investigación fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño no experimental, nivel descriptivo y de análisis retrospectivo. Para la recopilación de información se utilizaron bases de datos como Scopus y Web of Science y se consideraron los artículos de revisiones e investigaciones de enero de 2010 hasta septiembre de 2020. La elaboración de mapas de redes se realizó en función a países con mayor cantidad de investigaciones, autores y palabras claves más citadas utilizando el software VOSviewer. Además, se investigaron los principales países, autores y tendencias de publicación en remoción de cadmio y cobre utilizando biomásas. Los resultados mostraron que, el máximo porcentaje de remoción de cadmio fue 98% utilizando la biomasa de *Fístula de casia*, en pH 6, dosis de biomasa 1.5 g/L y tiempo de 90 min. Asimismo, la biomasa de conchas *Lagenaria vulgaris*, logró una remoción de 92% en pH 5, dosis de biomasa 4 g/L y tiempo de 40 min. Finalmente, se concluye que las biomásas son alternativas favorables para la remoción de cadmio y cobre.

Palabras claves: Biomásas, remoción, cadmio, cobre, condiciones operacionales, caracterización físico química, análisis bibliométrico.

Abstract

The objective of this research was to analyze the trend of publications on the removal efficiency of cadmium and copper using biomass in polluted waters. The research was of a quantitative approach, applied type, non-experimental design, descriptive level and retrospective analysis. For the collection of information, databases such as Scopus and Web of Science were used and articles from reviews and research from January 2010 to September 2020 were considered. most cited research, authors and keywords using VOSviewer software. In addition, the main countries, authors and publication trends in cadmium and copper removal using biomass were investigated. The results showed that the maximum percentage of cadmium removal was 98% using the cassia fistula biomass, at pH 6, biomass dose 1.5 g / L and time of 90 min. Likewise, the *Lagenaria vulgaris* shell biomass achieved a removal of 92% at pH 5, biomass dose 4 g / L and time of 40 min. Finally, it is concluded that biomass are favorable alternatives for the removal of cadmium and copper.

Keywords: Biomass, removal, cadmium, copper, operational conditions, physical-chemical characterization, bibliometric analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación por iones de metales pesados en cuerpos de aguas superficiales es causada principalmente por empresas industriales, metalúrgicas y mineras a nivel mundial. Estos iones representan un peligro para la población y la ecología en vista de su toxicidad, no biodegradabilidad y naturaleza persistente.

Según Arienzo et al. (2020), el Golfo de Pozzuoli en Italia se encuentra altamente contaminado por concentraciones de Cr y Cu de 61,1 mg/g y 96,9 mg/g, respectivamente. Lo mismo sucede en el río Tigris en Turquía, donde se analizaron muestras extraídas de una mina de cobre llamada Ergani, encontrándose concentraciones de Cu 5,09 mg/kg, Co 4,26 mg/kg y Zn 3,18 mg/kg representando un riesgo para el entorno (Varol y Şen, 2012).

En el Perú, el sector minero es importante para la economía, pues representa un 9% del producto bruto interno (PBI), pero este crecimiento no debe de condicionar la calidad del recurso hídrico. Es por ello, que la Autoridad Nacional del Agua, analizó 41 unidades hidrográficas identificando que los principales causantes de la contaminación del recurso hídrico es el vertimiento de aguas residuales industriales, domésticas y municipales (Aquino Espinoza, 2017). Tal, es el caso de la cuenca del Mantaro donde se encuentran ríos contaminados por metales y metaloides como: Cu, Fe, Pb, Zn y As a causa de la minería (Custodio et al., 2020). Lo mismo ocurre en el río Coata, donde se realizó el análisis de agua y sedimentos, para determinar la magnitud de contaminación en épocas de avenida y estiaje en cinco puntos estratégicos. El rango máximo de concentraciones hallado en los sedimentos fue de 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd, y 16.50 mg/kg Pb, superando el mínimo aceptable establecido en los estándares de calidad ambiental para suelo (Quispe Yana et al., 2019).

La presente investigación estableció como **problema general**: ¿Cuál es la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomásas, enero de 2010 hasta septiembre de 2020?, y como **problemas específicos** se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las

revistas con mayor producción científica sobre la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa? ¿Cuál es el número de investigaciones que estudiaron la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa?, ¿Cuáles son los países que tienen mayores publicaciones sobre la remoción de cadmio y cobre utilizando biomasa?, ¿Cuáles son las metodologías más utilizadas para la caracterización de las biomasa, ¿Cuáles son los parámetros operacionales para la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa?, ¿Cuáles son las biomasa con mayor porcentaje de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas?

Como **justificación**, el presente estudio bibliométrico busca contribuir con la recopilación de la amplia literatura respecto al uso de biomasa para la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas. Pues, al tratarse de un tema ambiental, que en la actualidad tiene gran coyuntura debido al impacto que generan las actividades mineras, industriales, etc., crece la necesidad de buscar alternativas de solución que contribuyan con la preservación del recurso hídrico y el ecosistema; la cantidad de investigaciones ambientales respecto a este tema en específico es amplia, al realizar la investigación bibliométrica nos permite sintetizar los resultados de diversas investigaciones, lo que hizo posible integrar los hallazgos de diversos autores y con ello lograr que la labor de investigación sea factible para futuras generaciones.

Según la formulación del problema establecido en la investigación se estableció como **objetivo general** identificar la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa y como **objetivos específicos**: identificar las revistas con mayor producción científica sobre la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa; identificar el número de investigaciones que estudiaron la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa; reconocer los países que tienen mayores publicaciones sobre la remoción de cadmio y cobre utilizando biomasa; reconocer cuales son las metodologías más utilizadas para la caracterización de las biomasa; determinar los parámetros operacionales para la remoción de cadmio y cobre en aguas

contaminadas utilizando biomosas; determinar las biomosas con mayor porcentaje de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas.

La presente investigación planteó como **hipótesis** que el mayor porcentaje de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas se obtiene en un pH de solución ácida.

II. MARCO TEÓRICO

La biomasa es aquella materia orgánica que puede ser aprovechada para la remoción de metales pesados presentes en ambientes acuosos y dicha remoción puede darse por biosorción o bioacumulación (Chojnacka, 2010). Existen tipos de biomasa como: la biomasa fúngica, que es considerada un potencial adsorbente para la eliminación de cobre debido a la presencia de grupos funcionales como amino, carboxilo y fosfato en la superficie de la biomasa. Así también, se tiene a la biomasa de algas que poseen paredes celulares multicapa y diversos grupos funcionales que los hacen una alternativa adecuada para la remoción de metales pesados. Asimismo, las biomasa de residuos agrícolas contienen mayor proporción de lignina, celulosa y la presencia de diferentes grupos funcionales que los hacen un material adecuado para la remoción de metales pesados (Bilal et al., 2013).

El Ministerio del Ambiente (2016) indica que las sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan al recurso hídrico, son alterados por la acumulación o presencia de sustancias tóxicas, pudiendo causar daños a la salud y al medio ambiente. Así también, Schiewer y Balaria (2009), mencionan que la contaminación de agua superficial por metales pesados proviene de fuentes industriales y escorrentía de aguas pluviales. Asimismo, UNESCO (2019), Indica que más del 80% de las aguas residuales industriales y municipales son vertidas al medio ambiente sin haber recibido un tratamiento previo.

Imran et al (2019) consideran las siguientes técnicas para la remoción de metales pesados: la floculación, coagulación, extracción de disolventes, intercambio iónico, ósmosis inversa, complejación, recuperación electrolítica, filtración y quelación.

El análisis bibliométrico describe mediante datos numéricos fenómenos sociales de la actividad científica (Valera Garrido y De La Gala Sánchez, 2001). También se define como un método que se centra en el análisis estadístico de las publicaciones de una área determinada, clasificando la información mediante variables, es decir, revistas, instituciones, autores y países (Jamwal et al., 2020).

Biosorción, es un método que implica la aplicación de biomasa fúngica, de algas, bacterias y materiales de desechos agrícolas, para la eliminación de metales pesados. Este método ha sido considerado como una alternativa potencial para el tratamiento de aguas residuales (Sen y Ghosh Dastidar, 2010). Es así que, Chen et al (2018), estudiaron los desechos agrícolas como la cáscara de litchi (LP), cáscara de naranja (OP), cáscara de granada (PP) y cáscara de plátano (BP), como biosorbentes, obteniendo los siguientes resultados 230,5; 170,3; 132,5; 98.4 mg/g para LP, OP, PP y BP, respectivamente. Así también, se estudió materiales de desecho para la eliminación de Cu en muestras de aguas subterráneas, obteniendo como resultado que la cáscara de sandía, limón y plátano removieron un 90%, 78%, 65% respectivamente (Mohamed y Ibrahim, 2016).

Según Schiewer y Balaria (2009), sugiere que la cáscara de naranja es una alternativa económica y efectiva, para el tratamiento de aguas contaminadas por iones metálicos. Es así que, para incrementar la capacidad de biosorción, la cáscara de naranja es sometida a un tratamiento físico-químico previo. Feng, Guo y Liang (2009), analizaron la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja, y sostienen que, mediante la modificación química de la biomasa, se logró la eliminación eficaz de cobre, cobalto y cadmio en soluciones acuosas (Liang et al., 2009 y Li et al., 2008). Según Romero-cano et al. (2017) mencionaron que, para mejorar la capacidad de adsorción de Cu, la cáscara de naranja fue sometida a un proceso físico-químico: El tratamiento físico de secado al vacío (DIC: caída de presión controlada instantánea), seguida de un tratamiento químico con ácido cítrico, de esta forma se logró la capacidad máxima de adsorción. De modo similar Nawaz et al. (2016), demostró la factibilidad de la biomasa de residuos de cáscaras de cítricos (CPWB) para la adsorción de iones de circonio (Zr) en un medio acuoso.

Taylor, Guechi y Hamdaoui (2015) demostraron que mediante la cáscara de papa (PP) se logró la adsorción de 84,74 mg/g de Cu, la cantidad de iones Cu adsorbidos por PP se incrementó con un aumento en la concentración inicial, pH, dosis de adsorbente y velocidad de agitación. Aunado al estudio

previo, se demostró que la biomasa residual de algas tiene la capacidad de remoción de iones de Cd, este removió 41,88 mg/g en 10 minutos (Bulgariu y Bulgariu 2016). Asimismo, en Taiwán se estudió el uso de residuos de girasol, papa, canola y cáscara de nuez como sorbentes para mejorar la capacidad de adsorción se realizó una activación química, logrando una remoción promedio de 36.5 mg/g, determinando que la cáscara de papa tiene mayor capacidad de sorción de Cu en comparación con otros sorbentes (Feizi y Jalali, 2015).

Caracterización de los biosorbentes, son análisis preliminares de las propiedades físicas y químicas del adsorbente, para evaluar si pueden emplearse como material de adsorción (Bhatnagar, Sillanpaa y Witek-krowiak, 2015; Chen et al., 2018). Según Putra et al. (2014), determinaron que la diferencia en la capacidad de biosorción puede estar relacionada con las características físicas y químicas de los biosorbentes, por ende, es necesario realizar un estudio previo de caracterización como el análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (EDX) y análisis infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), el análisis SEM determina la morfología de la superficie del biosorbente antes y después de la adsorción de iones metálicos como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el análisis EDX determina los elementos presentes en el biosorbente y el análisis FTIR determina la presencia de grupos funcionales en la superficie. Además, proporciona información sobre posibles mecanismos relacionados a la adsorción de iones metálicos.

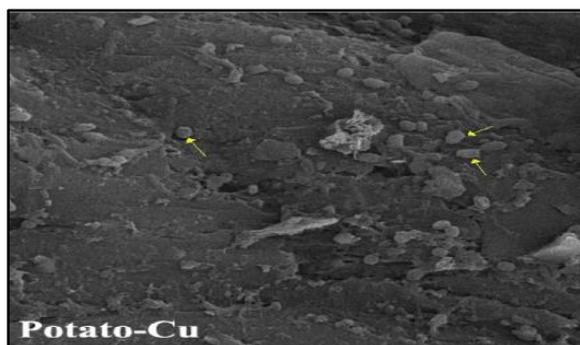


Figura 1. Imagen SEM de la cáscara de papa después de la sorción de Cu (Feizi y Jalali 2015a).

La biosorción de iones metálicos está influenciada por parámetros como: el pH, dosis de biosorbente, tiempo de contacto, temperatura y concentración inicial del metal. Según Nawaz et al. (2016), el pH es uno de los factores más importantes en la biosorción, porque afecta la carga superficial del sorbente, la concentración de iones contrarios en los grupos funcionales del sorbente y el grado de ionización del sorbato durante el proceso de adsorción. Según Pérez Marín et al. (2009) consideraron que el incremento del pH en la solución mejora la capacidad de remoción. Asimismo, Schiewer y Balaria (2009) mencionan que los factores como la dosis alta del sorbente, la alta absorción, la cinética favorable y buena estabilidad, permitieron la remoción por encima del 90% de Pb^{2+} . Simultáneamente, Mosbah y Sahmoune (2013), sostienen que, a mayor cantidad de biosorbente presente en la solución, los grupos funcionales disponibles se incrementan produciendo una mayor eficiencia de adsorción. Por otra parte, Mosbah y Sahmoune (2013) y Feng, Guo y Liang (2009) sostienen que al prolongar el tiempo de contacto, la biosorción de iones metálicos se incrementa, mientras que el tiempo de equilibrio se reduciría por la agitación y las condiciones constantes, es decir, que al alcanzar el valor óptimo, el aumento adicional del tiempo de contacto, pH y dosis del biosorbente no afecta significativamente en el porcentaje de remoción del metal (Pérez Marín et al., 2009; Lasheen, Ammar y Ibrahim, 2012).

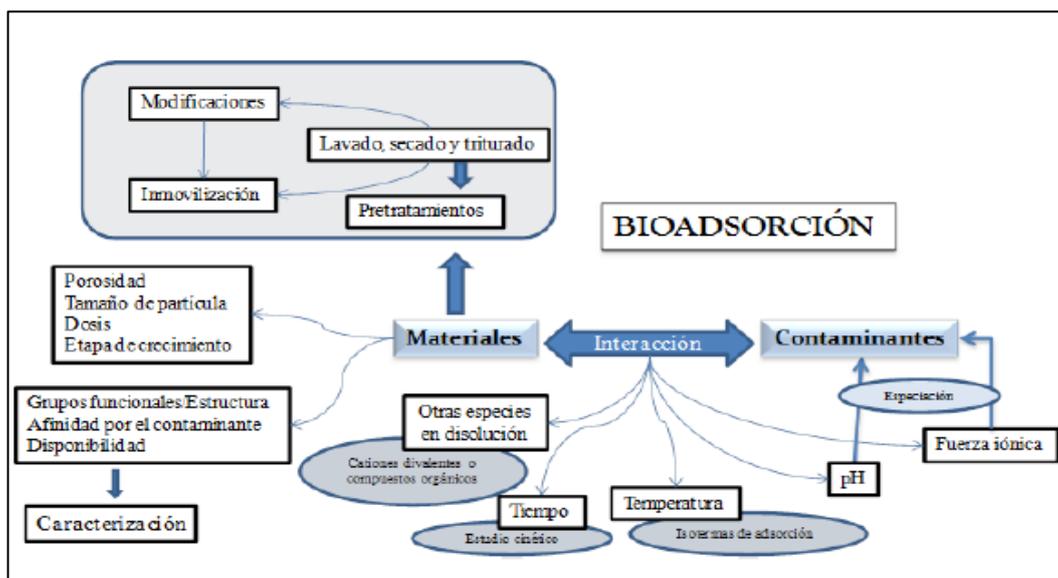


Figura 2. Proceso de bioadsorción (Carro de Diego, 2012).

He y Chen (2014), indicaron que los grupos funcionales como: el carboxilo, hidroxilo, grupos sulfato, fosfato y amina presentes en los biosorbentes, juegan un papel importante en la remoción de contaminantes de metales pesados. Asimismo, Bilal et al (2013), refiere que la mayor proporción de lignina, celulosa y la presencia de diferentes grupos funcionales en productos agrícolas contribuye a la remoción de metales pesados.

Mecanismos de biosorción, la biosorción de iones metálicos ocurre principalmente a través de interacciones como la adsorción física, intercambio iónico, complejación, precipitación y atrapamiento en espacios interiores (City 2020). Asimismo, la difusión intrapartícula y la transferencia de masa externa son claves en los mecanismos de adsorción del metal. Además, la composición de la biomasa por compuestos de grupos funcionales como carbonilo, hidroxilo y amina, están involucrados en los mecanismos de adsorción de iones metálicos. Los iones metálicos se unen a los sitios activos de los biosorbentes a través de la atracción electrostática o el mecanismo de complejación (Putra, Wiwid Pranata et al. 2014; Mosbah y Sahnoune 2013; Asuquo y Martin 2016).

Tabla 1. Mecanismos de remoción (Tamay Crespo, 2019).

Mecanismos	Definición
Complejación	El metal se une a los centros activos de la pared celular mediante enlaces químicos formando determinados complejos.
Adsorción Física	La unión entre la superficie del sorbente y el metal se produce por fuerzas de atracción electrostática o de Van der Waals, en este caso la biosorción es rápida y reversible.
Intercambio Iónico	Propio de los iones metálicos divalentes que se intercambian con los iones propios de los polisacáridos.
Quimiosorción	La unión entre el sorbente y el metal se produce por enlaces químicos mediante el intercambio de electrones.
Precipitación	Se asocia a un mecanismo de defensa de algunos microorganismos, los cuales pueden producir sustancias que precipitan los elementos tóxicos acumulados en su interior o en medio que los rodea.

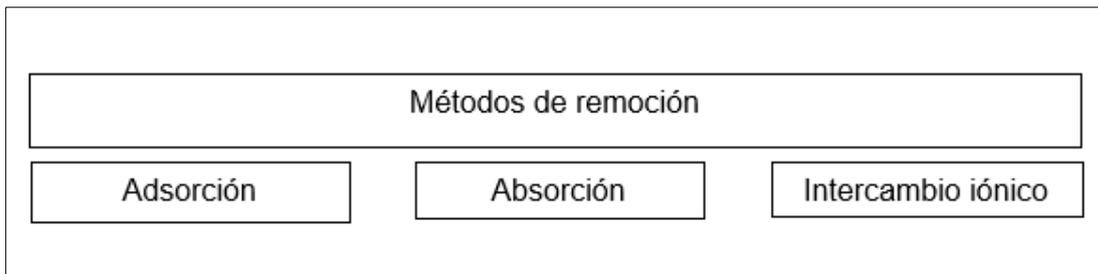


Figura 3. Métodos de remoción (Fuente propia).

La adsorción es la acumulación de una sustancia en una interfaz, es un fenómeno superficial y está relacionado con la tensión superficial de soluciones, en este método están involucradas fuerzas de naturaleza puramente física (adsorción física) y de naturaleza química (adsorción química), además de parámetros como la porosidad, el área de superficie, distribución del tamaño de poro y temperatura (Putra, Wina Pranata et al., 2014). Así también, la absorción es un fenómeno de volumen, donde la mayor parte de los adsorbentes son materiales porosos, donde el proceso tiene lugar en las paredes de los poros, en puntos específicos (Mendoza, Molina y Fragozo, 2017). Por otro lado, el intercambio iónico es el intercambio reversible de iones entre la fase líquida y la fase sólida, no se produce ningún cambio de la estructura sólida, es una técnica industrial ampliamente utilizada en el tratamiento de aguas residuales, así como en el proceso de separación debido a un costo razonable y simplicidad del proceso (Chen et al., 2020). Así también, algunos autores han considerado el intercambio iónico como uno de los principales mecanismos de adsorción de iones metálicos de la solución acuosa a adsorbentes naturales (Gorgievski et al., 2013).

Los metales pesados son elementos químicos que tiene una densidad mayor a 4 g/cm³, su masa y peso atómico está por encima de 20. Según Londoño, Londoño M. y Muñoz (2016), mencionan que por lo general se consideran tóxicos, pero muchos resultan ser esenciales para el organismo, aunque en exceso puede conducir a problemas de salud, algunos de estos metales son el hierro, manganeso, zinc, etc.

El cadmio es un metal pesado de un peso atómico es 112 y densidad relativa 8, este metal pesado es obtenido como subproducto de la fundición y refinado de los minerales de zinc. La principal fuente de exposición al cadmio

es la inhalación del humo al tabaco, trabajadores en la industria del cadmio, alimentos y bebidas con presencia de este metal pesado (Bose y Chakraborty 1957).

El cobre es un metal no ferroso y su número atómico es 29. Este metal posee dos isótopos naturales estables ^{63}Cu y ^{65}Cu y nueve isótopos inestables (radiactivos). Se usa en equipo eléctrico, maquinaria industrial, construcción, en aleaciones de bronce como el latón, níquel, clavos, pernos, etc. (Londoño, Londoño M. y Muñoz, 2016).

III. **METODOLOGIA**

3.1 Tipo y diseño de la investigación

El presente estudio fue de enfoque cuantitativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que el enfoque de una investigación cuantitativa, mantiene una secuencia de procesos de forma probatoria que se basa en el uso de la recolección y análisis de datos, la medición homogenizada y numérica con el fin de resolver los interrogantes de investigación. De igual modo, el rechazo o la aceptación de las hipótesis planteadas.

La investigación fue de tipo aplicada y retrospectiva, debido a que mantiene como propósito atribuir respuesta a diferentes problemas planteados, donde se realiza la unión de resultados con el fin de hallar una solución eficiente (Tam, Vera y Oliveros, 2008).

El presente trabajo de investigación fue de diseño no experimental y nivel descriptivo. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista, (2014) una investigación es de diseño no experimental cuando no se manipula deliberadamente las variables, por lo que se realizó la recopilación de artículos ya existentes, no se genera ninguna situación intencionalmente en la investigación por quien la realiza, y no se tiene control directo sobre dichas variables, ni se puede influir por que ya sucedieron al igual que sus efectos. Asimismo, cuenta con un nivel descriptivo donde se busca especificar las características, las propiedades y los perfiles de personas, comunidades, grupos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2. Variables y operacionalización

La presente investigación tuvo dos variables, siendo la variable independiente: Análisis bibliométrico sobre el uso de diferentes biomásas, como variable dependiente: remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas. Por lo tanto, la operacionalización de dichas variables será detalladas en la matriz que se evidencian como Tabla 7 en el Anexos. La información utilizada en la base teórica, los conceptos de las dimensiones y

operación de las variables fueron recopiladas y planteadas de acuerdo al criterio de los diferentes autores de las investigaciones citadas.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población es un conjunto de elementos que contienen ciertas características en común que se pretenden estudiar en la investigación (Lopez, 2004). Por tanto, se considera población a todas las investigaciones de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas, en total fueron 2,268 investigaciones filtradas de la base de datos Web of Science y Scopus.

La muestra es un subconjunto en que se llevará a cabo la investigación ya que es una parte representativa de la población (Lopez, 2004). Por medio de criterios de inclusión y exclusión (ambiental) se obtuvo la muestra total de 1,135 investigaciones de la base de datos Web of Science y Scopus, donde 317 corresponden a la base de datos de Web of Science y 818 a la base de datos de Scopus.

El muestreo es el método utilizado para seleccionar los componentes de una muestra del total de la población (Lopez, 2004). La presente investigación fue no probabilística, puesto que, las investigaciones recopiladas fueron elegidas convenientemente para su análisis.

La **unidad de análisis** es el elemento sobre los que se focaliza el estudio (Gialdino 1993). Para la presente investigación los artículos y revisiones fueron la unidad de análisis, los cuales contenían información sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente proyecto de investigación tiene como técnica el análisis bibliométrico, debido a que es un proceso de recopilación y síntesis de diversas investigaciones realizadas que se encuentran en la base de datos, el cual nos permite dar respuesta a la interrogante planteada como problema general.

Para la recolección de datos se utilizó 4 instrumentos que se mostrarán en el Anexos, se obtuvieron la información necesaria de las diversas investigaciones en estudio para la muestra de los resultados de investigación.

Ficha 1: Características de los 20 estudios más representativos del análisis bibliométrico.

Ficha 2: Biomosas aplicadas para la remoción de cadmio y cobre.

Ficha 3: Condiciones operacionales de las biomosas.

Ficha 4: Porcentaje de remoción de cadmio y cobre.

Con el propósito de obtener el criterio de validez se solicitó la participación de tres especialistas en el tema, los cuales son mencionados en la Tabla 2, para la pertinencia de los instrumentos de recolección de datos que se observan en los anexos. “La validez de un instrumento indica que mide lo que realmente tiene que medir” (Jiménez y Redondo, 2019). Además, incluye la noción experimental y determina si los resultados obtenidos cumplen los requisitos del método científico.

Tabla 2. Tabla de validez

Especialistas	Porcentaje de validación (%)			
	Ficha 1	Ficha 2	Ficha 3	Ficha 4
Dr. Carlos Castañeda Olivera	90%	90%	90%	90%
Dr. Julio Ordoñez Galvez	90%	90%	90%	90%
Ing. Luis Ordoñez Sanchez	95%	95%	95%	95%
Promedio	91.7%	91.7%	91.7%	91.7%

La confiabilidad admite que distintos investigadores puedan realizar el mismo proceso en las mismas condiciones y logren obtener los mismos resultados, además, brinda una aceptación científica a la hipótesis planteada en la investigación.

3.5 Procedimiento

A continuación, en la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la búsqueda de información

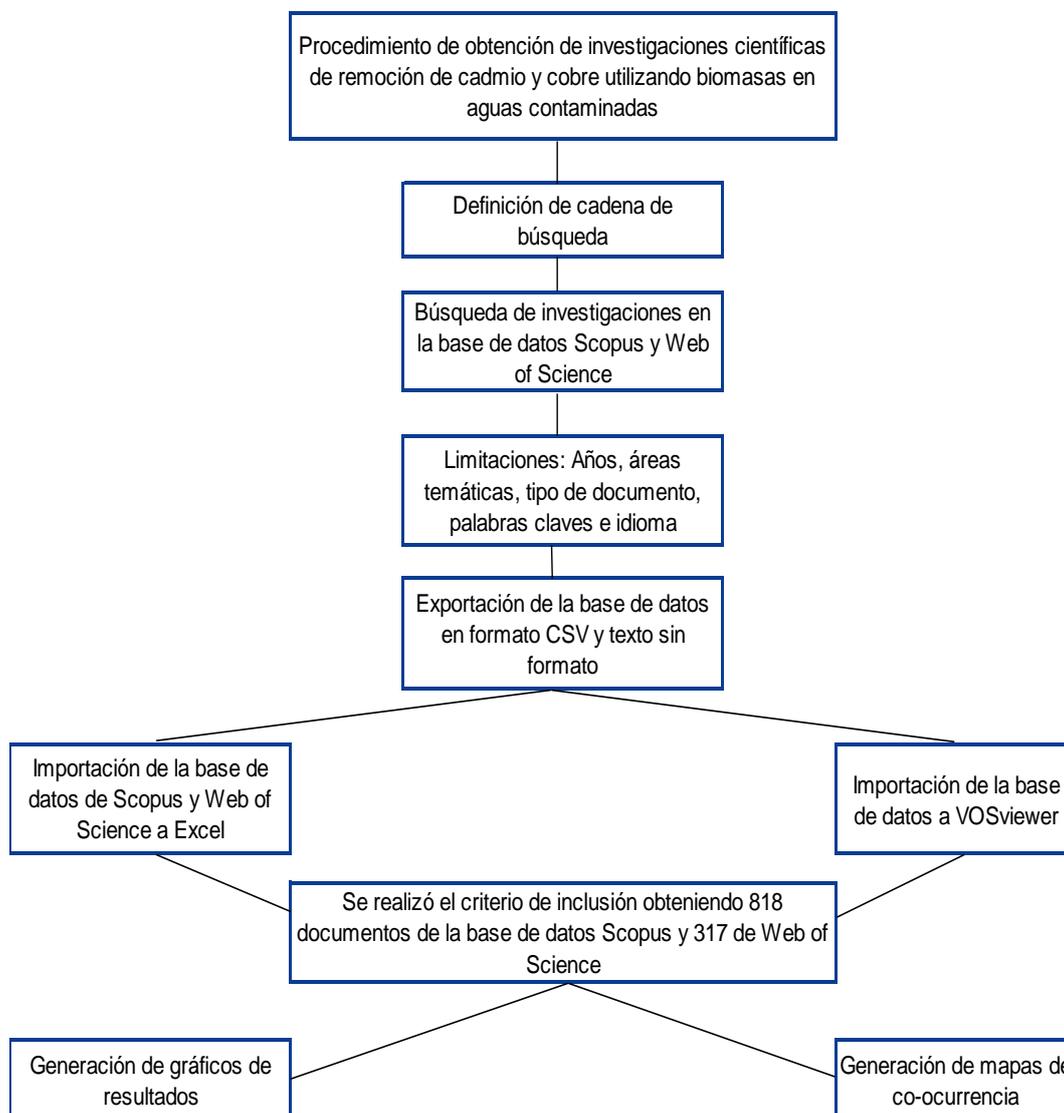


Figura 4. Diagrama de procedimiento de búsqueda de información

En la Figura 4 se visualiza el procedimiento búsqueda de investigaciones, donde se han considerado artículos científicos de la base de datos Scopus y Web of Science de enero del 2010 hasta septiembre del 2020, en referencia a la realidad actual sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa, considerándose una alternativa eficiente y de bajo costo.

3.5.1 Modelo de estudio

Este estudio bibliométrico está enfocado de manera cuantitativa para el análisis de la literatura referente a la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasa, realizada mediante la búsqueda de información sobre el medio ambiente e ingeniería. Este método facilita analizar las citas de las publicaciones sobre el tema en estudio, que permite evaluar el tamaño, crecimiento y distribución de estos documentos científicos, así como también, la indagación de los grupos que los publican, citan y la información que contiene cada uno.

3.5.2 Fuentes de información

La información requerida para la presente investigación fue obtenida de la base de datos Scopus y Web of Science. Dichas bases de datos, son de gran utilidad para instruir los esfuerzos en referencia a la investigación científica, así sea para nivel personal, institucional o nacional; además, son reconocidas como las bases de datos electrónica científica más extensas en la recopilación de artículos relacionados a las ciencias naturales (Cortés, 2015).

Las investigaciones consideradas en el estudio son de enero del 2010 a septiembre del 2020, la presente investigación fue sistemática porque se expandió el concepto de búsqueda tradicional mediante las consultas avanzadas, donde se empleó los siguientes términos: biomass, cadmium, removal and copper. Además, se registraron artículos de investigación y revisión que aportan resultados propios como: métodos, resultados, introducción y referencias.

3.5.3 Criterios de inclusión y exclusión

Para la realización del presente análisis bibliométrico se tuvo en cuenta estudios longitudinales observacionales con información sobre biomasa, remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas. Se realizó la inclusión de investigaciones menores a 10 años, palabras claves, áreas de interés, idioma y el tipo de documentos (artículos científicos y revisiones).

Las investigaciones incluyeron la remoción de otros metales pesados presentes en las aguas contaminadas, estos fueron considerados siempre y cuando los datos de la remoción de cadmio y el cobre hayan sido recolectados por separado. De igual manera, las investigaciones realizadas en aguas contaminadas de diverso origen. Así también, cuerpos de agua que están contaminados con cadmio y cobre son consideradas. Investigaciones realizadas en ambientes controladas. Además, se consideraron las investigaciones que hayan empleado biomasa a base de residuos orgánicos. Las investigaciones utilizadas fueron buscadas de diversas localizaciones geográficas y en el idioma inglés. Se utilizó diferentes herramientas para la traducción de la página para entender el contenido de dichas investigaciones. Cabe señalar que, solo se consideraron artículos y revisiones.

3.5.4 Código de Consulta

Para la búsqueda se establecieron diversas palabras claves relacionadas con biomasa, remoción y el metal a remover, es por eso que la cadena de búsqueda utilizada en Scopus fue: biomass AND cooper AND cadmium AND removal y en Web of Science fue: removal of cadmium and copper with biomass; dichas palabras ubicadas en el resumen, título y palabras claves maximizando así el área de búsqueda y minimizando la obtención de resultados erróneos relacionados con la remoción de cadmio y cobre utilizando biomasa. Se prosiguió con la exclusión de investigaciones que no pertenecen al campo de las ciencias medioambientales y las que no se encuentran dentro del periodo de año de 2010 a setiembre de 2020. En la Tabla 7 se observa la cadena de búsqueda y la cantidad de resultados obtenidos en las dos diferentes bases de datos.

Tabla 3. Cadena de búsqueda

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Metal	Cantidad
Scopus	TITLE-ABS-KEY (biomass AND cooper AND removal)	Cobre	248
	TITLE-ABS-KEY (biomass AND cadmium AND removal)	Cadmio	252
	TITLE-ABS-KEY (biomass AND cooper AND cadmium AND removal)	Cadmio y cobre	818
Web of Science	TITLE-ABS-KEY (removal of cadmium with biomass)	Cadmio	601
	TITLE-ABS-KEY (removal of copper with biomass)	Cobre	469
	TITLE-ABS-KEY (removal of cadmium and copper with biomass)	Cadmio y cobre	317

3.5.5 Análisis de datos

El análisis de datos se realizó utilizando el software VOSviewer (versión 1.6.7), este software nos permite construir y visualizar las redes bibliométricas de los artículos y revisiones. Es por ello que los datos obtenidos de la base de datos Scopus se exportaron en formato csv a Microsoft Excel, donde este fue utilizado para obtener los gráficos antes mencionados. Asimismo, se exportaron los datos de Web of Science a diferencia de que estos fueron exportados directamente en formato de Microsoft Excel.

3.5.5.1 Análisis de datos con software VOSviewer

El software de VOSviewer es una herramienta desarrollada el año 2010 por Nees Jan, Van Eck y Ludo Waltman, pertenecientes al centro de estudios de ciencia y tecnología de la Universidad de Leiden, con la finalidad de analizar y visualizar distintas redes bibliométricas. Esta herramienta es de acceso disponible y permite crear mapas mediante enlaces de coautoría, coocurrencia, cita, acoplamiento bibliográfico o co-cita (Jan, Eck y Waltman 2017).

Jan, Eck y Waltman (2017) mencionaron que en la visualización de los elementos de la red del análisis bibliométrico se representan mediante una etiqueta y mediante un círculo; el tamaño de la etiqueta y el círculo está determinado por el peso del artículo, es por ello que cuanto mayor sea el peso de un artículo, mayor será la etiqueta y el círculo del artículo, así también, el color de un artículo está determinado por el grupo al que pertenece y las líneas entre elementos representan vínculos.

3.6 Método de análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron en el software Microsoft Excel, mediante este software se realizaron los gráficos y tablas; además se usó la herramienta VOSviewer para realizar el análisis y visualización de redes bibliométricas con la creación de los mapas de co-citación y de coocurrencia sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasas.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación es verídica, puesto que fue evaluado por especialistas en el tema, quienes se encargaron de supervisar y monitorear el desarrollo de la investigación y el uso de la metodología adecuada, esta sigue los lineamientos establecidos en el código de ética y se desarrolló de acuerdo a la guía de productos de investigación 2020, que fue elaborado por el vicerrectorado de investigación, también, cumple con la resolución rectoral N°0089/2019 de la universidad César Vallejo y las líneas de investigación N°0126-2018/UCV. Además, como medida preventiva de plagio se ha utilizado el software Turnitin para verificar su originalidad.

IV. RESULTADOS

En la Tabla 4 y Tabla 5 se presenta las 20 investigaciones extraídas de Scopus y Web of Science más representativas sobre la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas.

Tabla 4. Análisis de datos de los 10 estudios más representativos del análisis bibliométrico de remoción de cadmio utilizando biomosas.

	Tipo de biomasa	Condiciones operacionales	Remoción	Métodos	Referencia
Scopus y Web of Science	<i>Fístula de casia</i>	pH 6, temperatura 25 °C, concentración 10 mg/L, dosis 1.5 g, tiempo 90 min, RPM 150	98%	Adsorción	(Naseem et al., 2018)
	Hydrilla verticillata biomasa seca modificada con Fenton	pH 3.5, 250 RPM, 60 minutos, 250 mg de dosis.	96%	Adsorción	(Bd y Ak, 2014)
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	pH, tiempo (minutos), RPM, temperatura (°C)	95%	Adsorción	(De Rossi et al., 2020)
	<i>Terminalia ivorensis</i>	pH, dosis de biosorbente, concentración inicial de iones solutos, tiempo de agitación y temperatura.	92.73%	Adsorción	(Babalola et al., 2017)
	<i>Vigna radiata</i>	Concentración 50 mg/L, pH 6, RPM 125, 293 K, tiempo 40 min	91.84 %	Adsorción	(Naseem et al., 2018)
	Vagazo de palma aceitera	pH ¼ 6, tamaño de partícula ¼ 0,355 mm.	87%	Absorción	(Herrera-Barros et al., 2020)
	Turba de coco	pH 4, tiempo de contacto 8 h, temperatura 32 °C, concentración inicial	48%	Adsorción	(Vijayaraghavan et al., 2016)

	<i>Oryza sativa</i>	pH óptimo 6.0, dosis de biosorbente 10.0 g L ⁻¹ , Cd (II) inicial 50 mg L ⁻¹ y biosorbente tamaño de partícula 0,5 mm.	84.40%	Intercambio iónico	(Fawzy et al., 2016)
	Residuos de coco	pH, tiempo (minutos), RPM, temperatura (°C)	285.70 mg/g	Adsorción	(Alalwan, 2020)
	<i>Litchi chinensis</i> cáscaras	pH 5, tamaño de partícula 43 µ, 60 min	15.27 mg/g	Adsorción	(Mahmood et al., 2020)

Tabla 5. Análisis de datos de los 10 estudios más representativos del análisis bibliométrico de remoción de cobre utilizando biomásas.

	Tipo de biomasa	Condiciones operacionales	Remoción	Método	Referencia
Scopus y Web of Science	<i>Lagenaria vulgaris</i>	pH 5, dosis 4 g, concentración inicial 50 mg/L, tiempo 40 min.	92%	Adsorción	(Stanković et al. 2013)
	cáscara de papa	pH 7, tiempo 80 min, dosis 0.2g, concentración inicial 100mg/L,	91%	Adsorción	(Feizi y Jalali 2015)
	cáscara de sandía	pH = 8, dosis 1 g /L, tiempo de contacto 2h, tamaño de partícula de 1 mm	90%	Adsorción	(Mohammed y Ibrahim 2016)
	Algas secas <i>Sargassum sinicola</i>	Dosis 0,5 g, tiempo 60 min	90%	Adsorción	(Salinas, Patrón-prado y Acosta-vargas 2010)
	cáscara de naranja	pH 5, dosis 0.5 g, tiempo 30 min	89.57%	Adsorción	(Lasheen, Ammar y Ibrahim 2012)

	Cáscara de limón	pH 3, dosis 3 g, tiempo de 15 min, 1200rpm	89%	Adsorción	(Meseldzija et al. 2019)
	Paja de trigo	pH 6.5, dosis óptima 1 g, tiempo 20 minutos, temperatura ambiente	76%	Adsorción	(Lu et al. 2010)
	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> (biomasa muerta)	pH 4, dosis 0.6g, tiempo 30 minutos	63,5%	Absorción	(Gochev, Velkova y Stoytcheva 2010)
	Concha de <i>Sacha inchi</i> andina	pH 6, dosis 0.5 g, tiempo de 45 min, 120 rpm, temperatura 29.85°C	54.61%	Adsorción	(Kumar et al. 2016)
	Cáscara de huevo	pH 6,0, dosis 0,1 g, tiempo 90 min	34.48 mg/g	Adsorción	(Putra, Wiwid Pranata et al. 2014)

En la Tabla 4 se visualizan las 10 biomásas más eficiente en la remoción de cadmio en aguas contaminadas, asimismo, se evidencian las condiciones operacionales óptimas de experimentación, dando como resultado que la biomasa de *Fístula de casia* en condiciones operacionales de pH 6, a temperatura 25 °C, dosis de 1.5 g, en un tiempo de 90 min a 150 rpm, obtuvo un porcentaje de 98% de remoción de cadmio. Por otro lado, en la Tabla 5 se evidencia que la biomasa de *Lagenaria vulgaris* en condiciones operacionales de pH 5, dosis de 4 g, concentración inicial de cobre 50 mg/L en un tiempo 40 min obtuvo un porcentaje de 92% de remoción de cobre presentes en aguas contaminadas.

4.1 Análisis de las revistas con mayor producción científica

En la Figura 5 y Figura 6 se observa la cantidad de publicaciones de las principales revistas de las bases de datos de Scopus y Web of Science, las revistas seleccionadas son del campo de ingeniería ambiental.

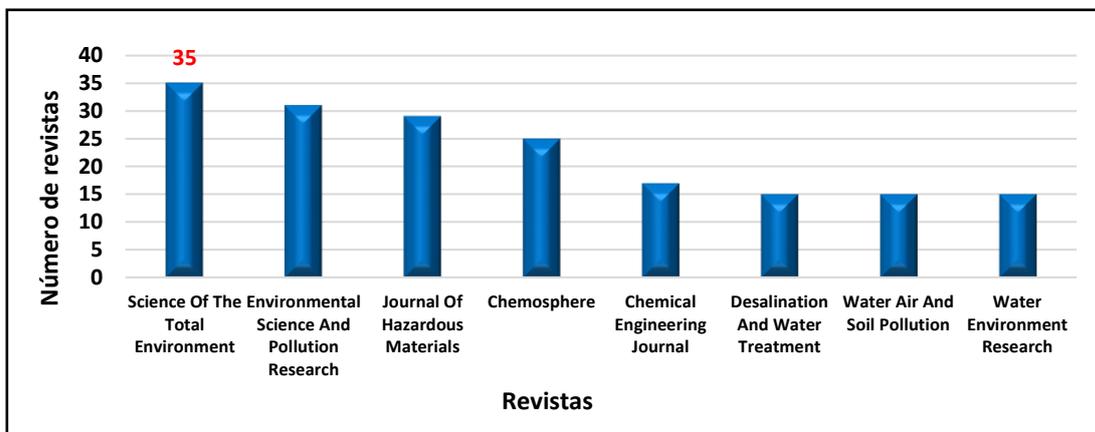


Figura 5. Revistas con mayor producción científica de la base de datos Scopus

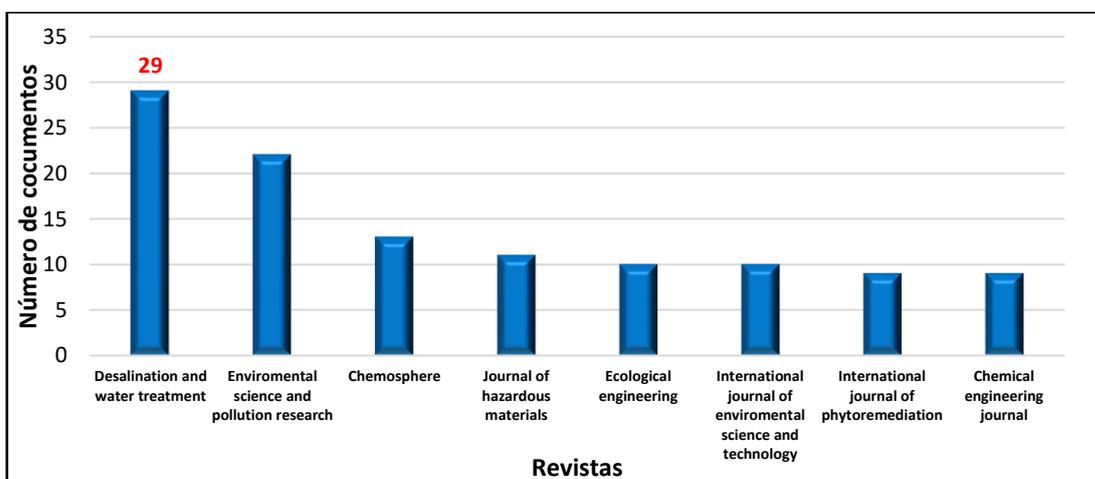


Figura 6. Revistas con mayor producción científica de la base de datos Web of Science

Las revistas con mayor producción científica en la base de datos de Scopus es Science of the total environment, seguido de environmental science and pollution research y journal of hazardous materials. A diferencia de la base de datos de Web of Science donde la revista con mayor publicación es Desalination and water treatment, seguido de Enviromental science and pollution research y Chemosphere.

4.2 Análisis de los tipos de documento de Scopus y Web of Science

En la Figura 7 y Figura 8 se presentan los tipos de documentos considerados en las bases de datos de Scopus y Web of Science para el análisis bibliométrico.

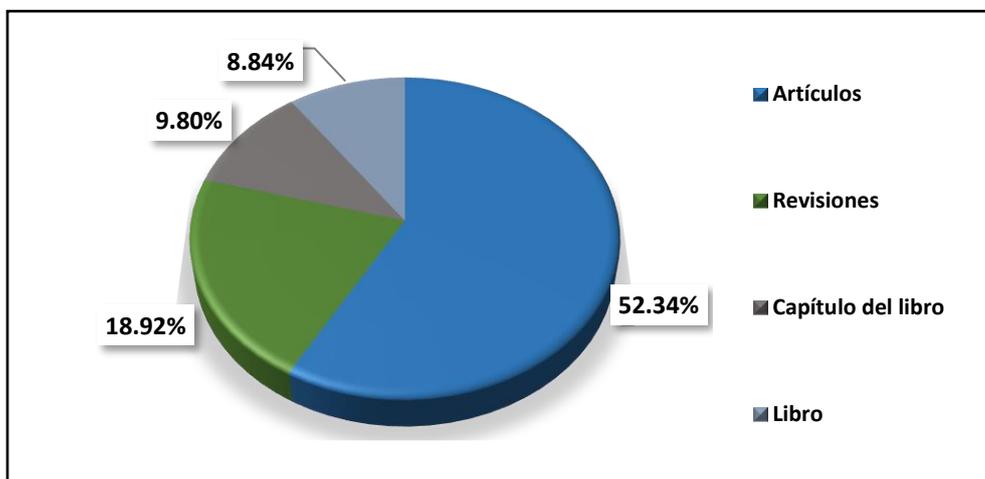


Figura 7. Tipos de documentos de la base de datos Scopus

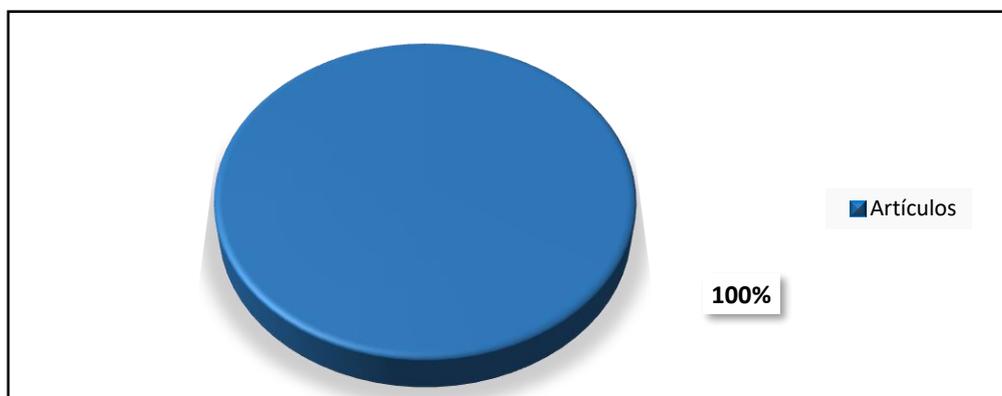


Figura 8. Tipos de documentos de la base de datos Web of Science

Se evidencia el porcentaje que representa cada tipo de documento, el presente estudio trabajó con artículos y revisiones, los cuales representan el 52.34% y 18.92%, respectivamente de los 818 documentos en la base de datos Scopus. Así también, en la base de datos Web of Science se obtuvo como resultado que el 100% de los 317 documentos son artículos científicos.

4.3 Análisis de la cantidad de publicaciones por año en la base de datos Scopus y Web of Science

A partir de los 818 documentos de la base de datos Scopus que se visualiza en la Figura 9 y los 317 documentos de la base de datos Web of Science que se visualiza en la Figura 10, se identifica cuantitativamente la variación de las investigaciones durante el periodo de 2010 - 2020.

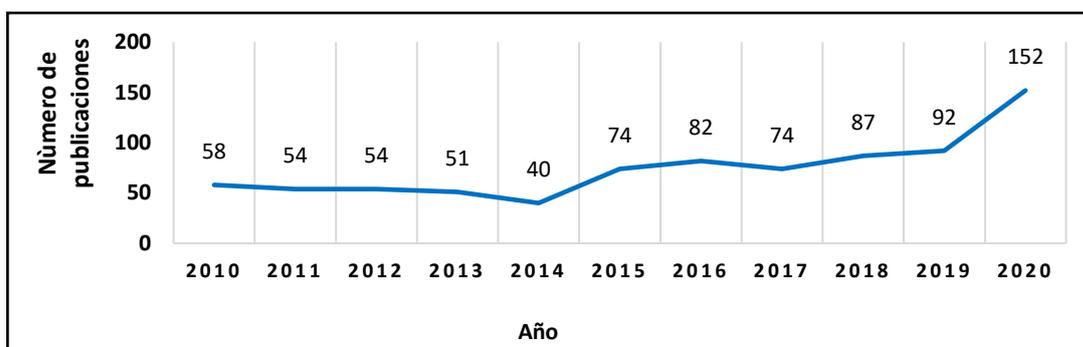


Figura 9. Cantidad de artículos publicados por año en la base de datos Scopus

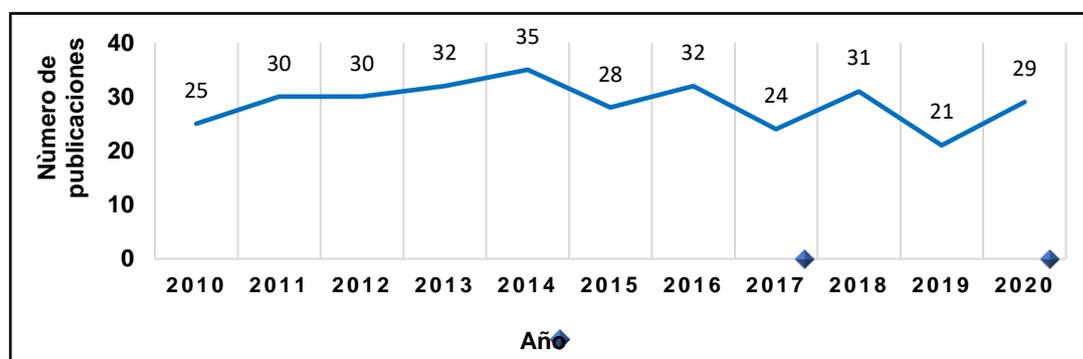


Figura 10. Cantidad de artículos publicados por año en la base de datos Web of Science

En la base de datos Scopus, hay una tendencia constante entre 50 y 58 publicaciones por año en el periodo 2010 – 2013 y en los años 2018, 2019 y 2020, se incrementó la cantidad de publicaciones a 87, 92 y 152, respectivamente. En comparación a las investigaciones de Web of Science, hay una tendencia constante entre 25 y 32 publicaciones por año en el periodo 2010 – 2013 y en los años 2018 - 2019, descendió la cantidad de publicaciones a 30 y 20, respectivamente. A diferencia del año 2020, donde incremento el número de publicaciones a 29. Esto reafirma que, a pesar del descenso en el año 2019, el campo de investigación está experimentando un incremento en relación a las investigaciones referentes a la remoción de cadmio y cobre mediante biomásas.

4.4 Análisis de las investigaciones científicas en función a los países en Scopus y Web of Science

En la Figura 11 y en la Figura 12 se visualizan los países con más publicaciones de investigaciones sobre el tema estudiado, estos fueron seleccionados de las bases de datos Scopus y Web of Science

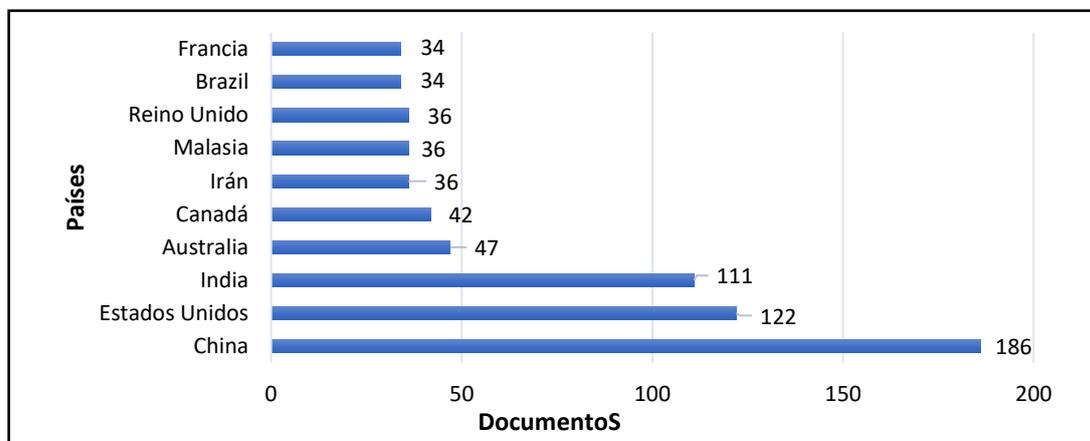


Figura 11. Investigaciones científicas en función a los países en la base de datos Scopus

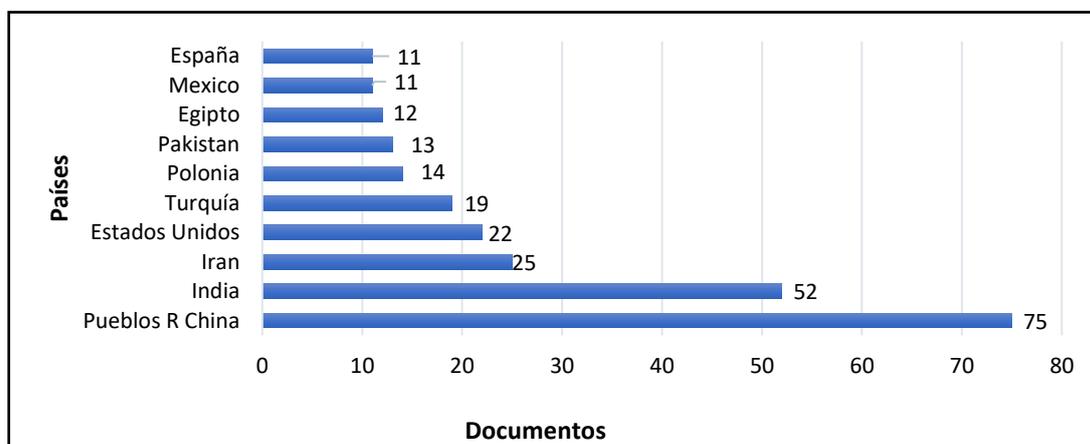


Figura 12. Investigaciones científicas en función a los países en la base de datos Web of Science

Los países con mayores publicaciones en la base de datos de Scopus son China con 186 documentos siendo este el país que más publica, seguido de Estados Unidos con un total de 122 publicaciones e India con 111 publicaciones. En Scopus los países con mayores investigaciones son Pueblos R. China con 75 investigaciones siendo este el país que más publica, seguido de India con un total de 52 publicaciones e Irán con 25 publicaciones.

4.5 Análisis de la cantidad de investigaciones publicadas por área temática en Scopus y Web of Science

En la Figura 13 y Figura 14 se presentan los gráficos de los documentos por áreas temáticas con mayores publicaciones de las revistas Scopus y Web of Science.

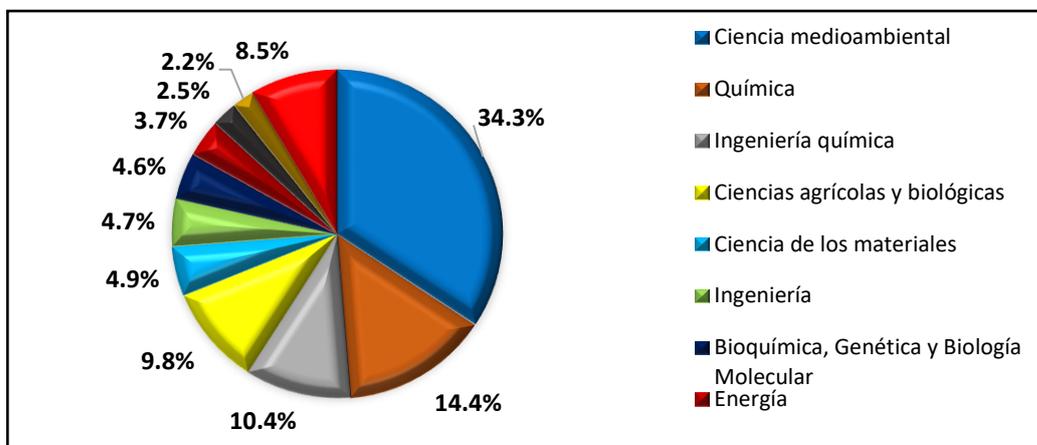


Figura 13. Cantidad de investigaciones por área temática en la base de datos Scopus

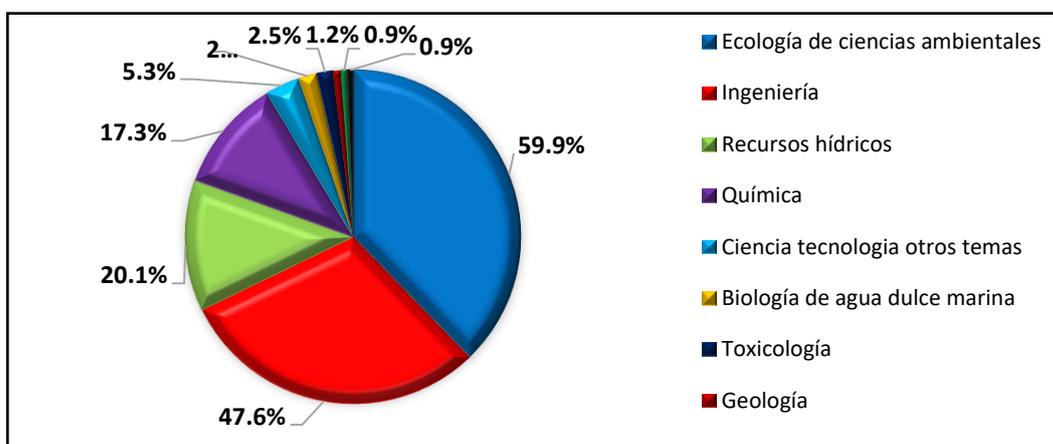


Figura 14. Cantidad de investigaciones por área temática en la base de datos Web of Science

Se observa en el gráfico de la base de datos Scopus que el área temática de ciencia medioambiental con 34.3% tiene mayores publicaciones, seguido el área temática química con 14.4% y en área temática ingeniería química con 10.4%. Por otro lado, en la base de datos de Web of Science el área temático ecología de ciencias ambientales con 59.9% tiene mayores publicaciones, seguido el área temática ingeniería con 47.6% y el área temática de recursos hídricos con 20.1%.

4.7 Análisis de las metodologías más aplicadas en la caracterización de biomasas

En la Figura 15 y Figura 16 se observan los gráficos de barras de las metodologías aplicadas en la caracterización de las biomasas utilizadas en la remoción de cadmio y cobre presentes en aguas contaminadas, estos resultados son obtenidos de las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science.

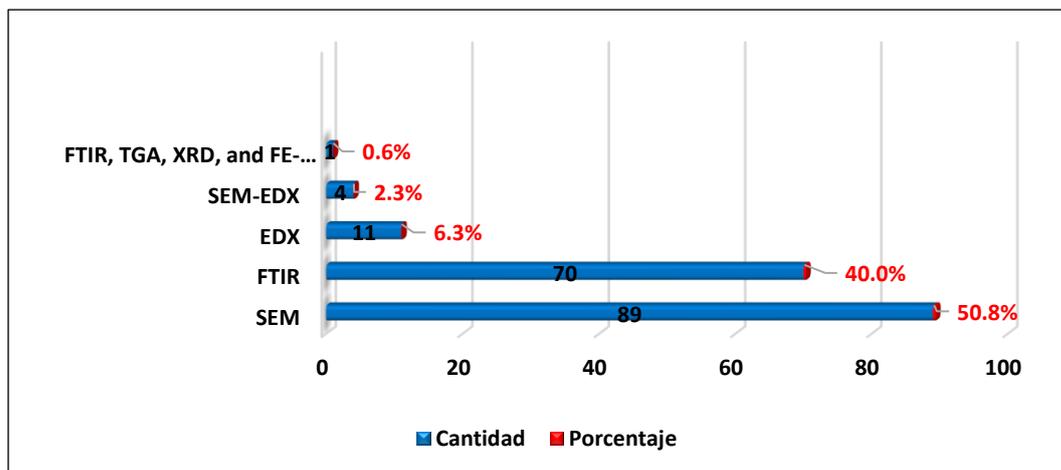


Figura 15. Metodologías aplicadas para la caracterización de biomasas en investigaciones de la base de datos Scopus

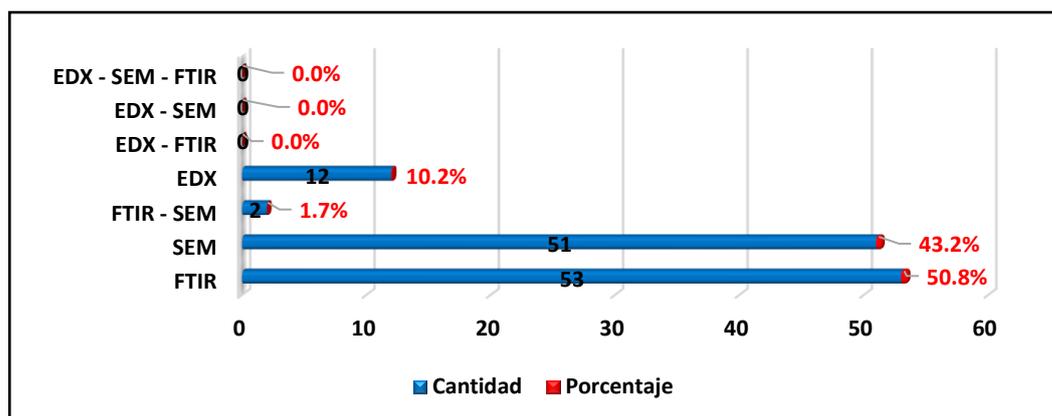


Figura 16. Metodologías aplicadas para la caracterización de biomasas en investigaciones de la base de datos Web of Science

La metodología más aplicada en la caracterización de biomasas en las investigaciones de la base de datos Scopus es la microscopía electrónica de barrido (SEM) con 89 documentos y de la base de datos Web of Science es la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) con 53 documentos.

4.8 Análisis de los métodos de remoción más utilizados en las investigaciones

En la Figura 17 y Figura 18 se visualizan los métodos más utilizados para la remoción de cadmio y cobre presentes en aguas contaminadas, estos resultados son obtenidos de las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science.

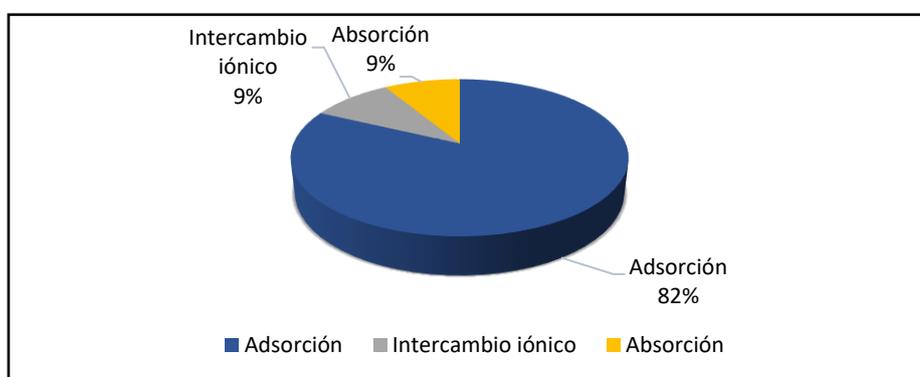


Figura 17. Métodos de remoción más empleados en las investigaciones de la base de datos Scopus

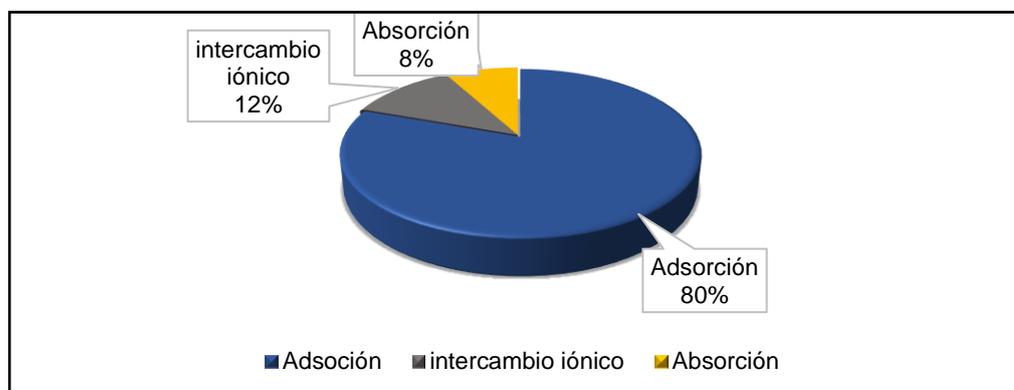


Figura 18. Métodos de remoción más empleados en las investigaciones de la base de datos Web of Science

Analizando las palabras claves más ocurrentes relacionadas a las investigaciones de Scopus y Web of Science, el principal método de remoción dentro del campo de estudios es el proceso de adsorción representando el 82% y 80% respectivamente. Así también, se tiene a los métodos de absorción e intercambio iónico que representan un 9 % y 9% respectivamente de las investigaciones en la base de datos Scopus, en cambio en la base de datos Web of Science el método de absorción representa el 12% y el método de intercambio iónico representa el 8%.

4.9 Análisis de los métodos de remoción en función de los años

En la Figura 19 y Figura 20 se visualizan los gráficos de barras de los métodos más empleados para la remoción de cadmio y cobre presentes en aguas contaminadas desde el año 2010 hasta el año 2019, estos datos son obtenidos de las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science.

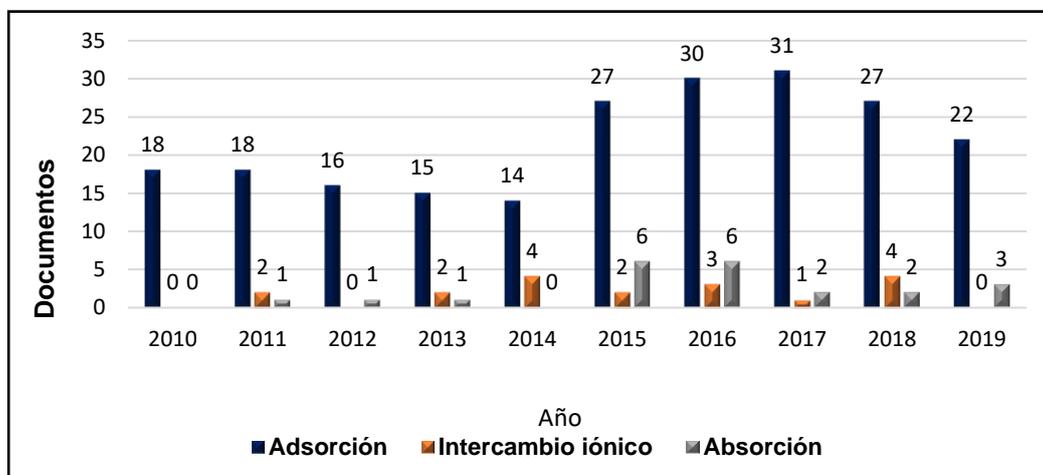


Figura 19. Métodos de remoción de las investigaciones en función de los años en Scopus

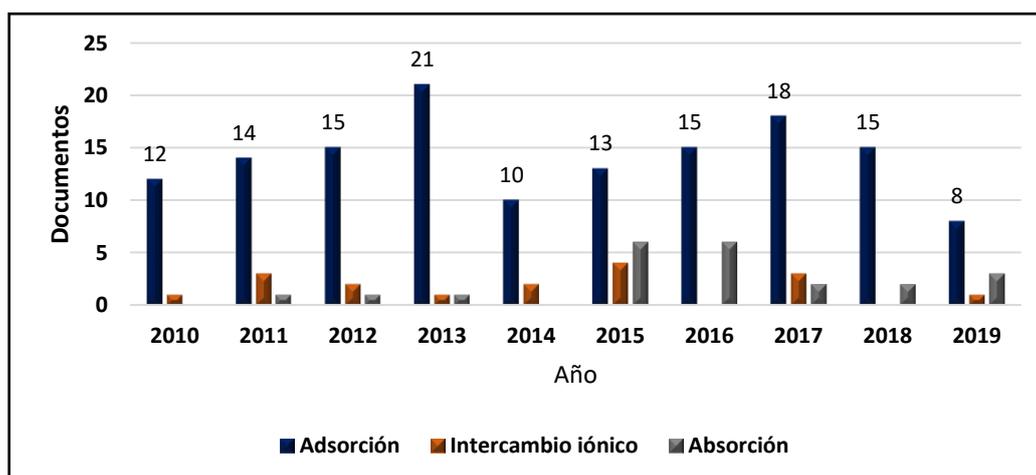


Figura 20. Métodos de remoción de las investigaciones en función de los años en Web of Science

En la base de datos Scopus, hay una tendencia constante entre 20 y 31 documentos donde consideran el método de adsorción en el periodo 2015 – 2017. En comparación a las investigaciones de Web of Science, donde hay una tendencia constante de documentos donde consideran el método de adsorción entre 12 y 21 publicaciones por año en el periodo 2010 – 2013.

4.10 Análisis superposición de artículos y revisiones científicas de Scopus y Web of Science

En la Figura 21 se presenta el diagrama de Venn para identificar la cantidad de artículos y revisiones que comparten las dos bases de datos.

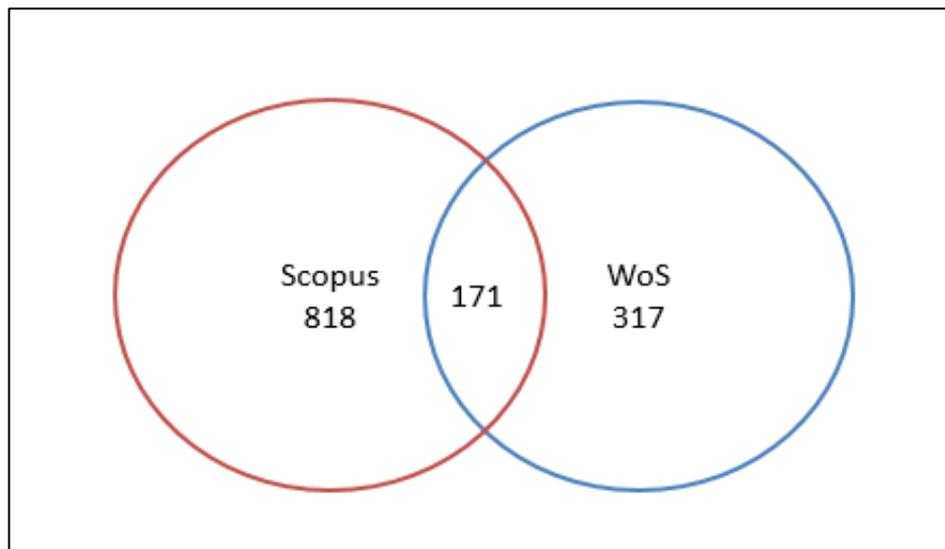


Figura 21. Superposición de artículos y revisiones científicas de la base de datos Scopus y Web of Science

En la Figura 21 se evidenció que la cantidad de documentos que comparten ambas bases de datos es 171, el cual representa el 15.07% del total de documentos en ambas bases de datos.

Tabla 6. Principales tipos de documentos publicados a) Scopus b) WoS

a) SCOPUS			b) WoS		
Tipo de documento	Documento	Porcentaje	Tipo de documento	Documento	Porcentaje
Artículos	597	73.1%	Artículos	317	100%
Revisiones	221	26.9%	Revisiones	0	0%
	818	100.0%		317	100.0%

En la Tabla 6 se visualizó la cantidad de documentos de la base de datos Scopus, donde presenta que el 73.1% de las publicaciones son artículos científicos y 26.9% revisiones. Asimismo, la base de datos Web of Science el 100% de las publicaciones son artículos científicos.

4.10.2 Análisis de los autores más citados en Scopus y Web of Science utilizando el software VOSviewer.

Por medio del uso del software VOSviewer se analizó los autores más citados entre los años 2010 – 2020 que se visualizan en la Figura 24 y en la Figura 25.

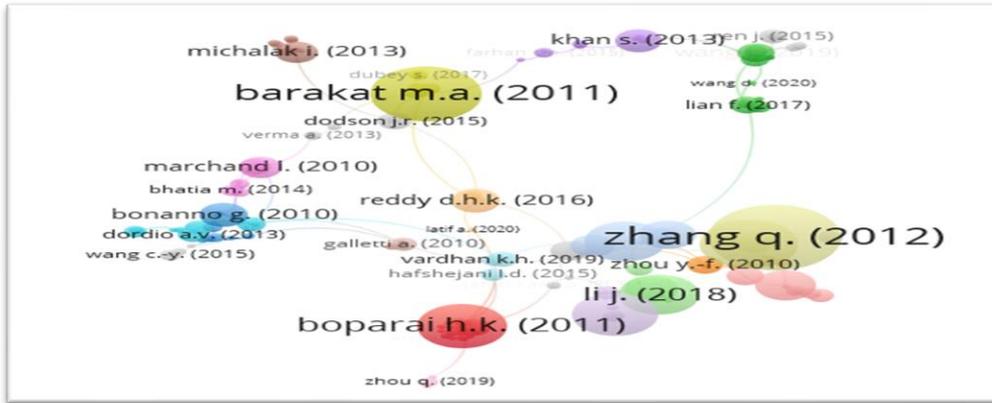


Figura 24. Mapa de red de los autores más citados entre los años 2010 – 2020 en Scopus

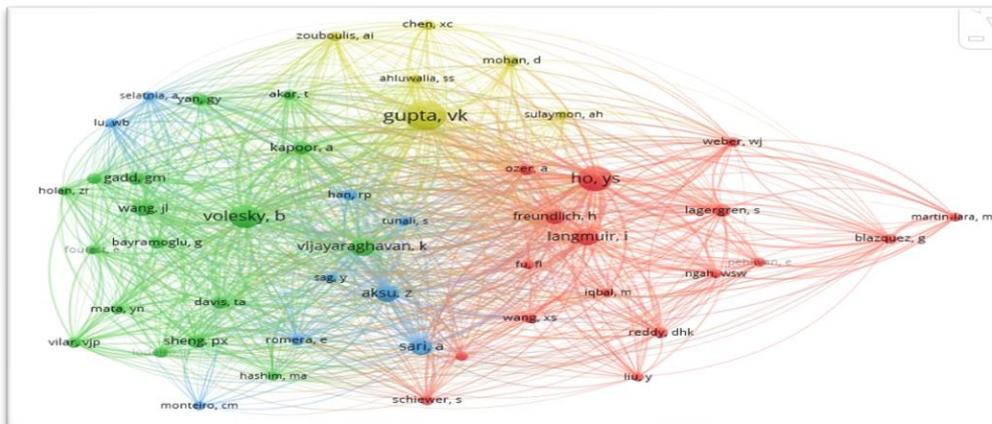


Figura 25. Mapa de red de los autores más citados entre los años 2010 – 2020 en Web of Science

En la base de datos de Scopus el autor más citado fue Zhang Q. que fue citado 1895 veces y Barakat M. A. el cual fue citado 1331 veces. Por otro lado, en Web of Science el autor más citado fue Volesky, el cual fue citado 262 veces y Gupta VK que fue citado 229 veces.

4.10.3 Análisis de tendencia de las palabras claves de autor en Scopus y Web of Science utilizando el software VOSviewer.

La tendencia presentada en la Figura 26 y en la Figura 27 se evidencia las palabras clave entre año 2010 y 2020 que tienen mayor número de ocurrencias.

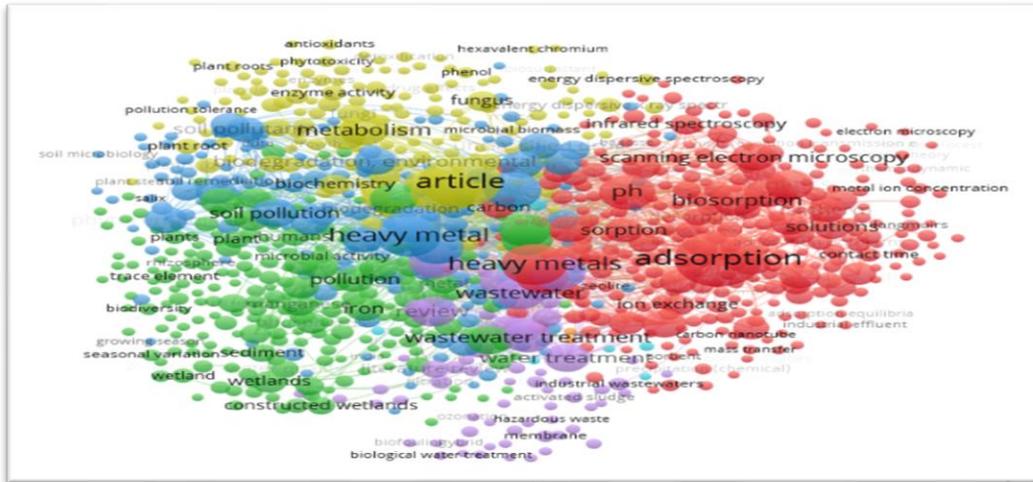


Figura 26. Mapa de red de las palabras claves de autor en Scopus

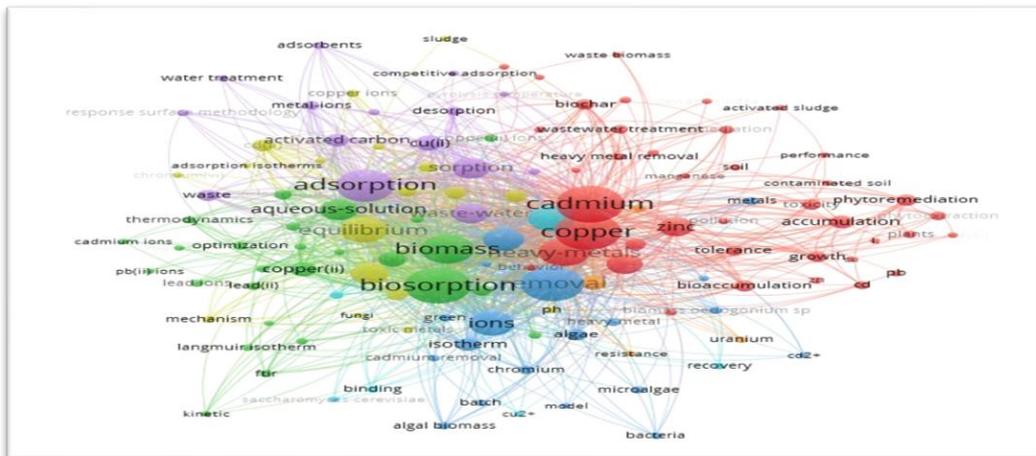


Figura 27. Mapa de red de las palabras claves de autor en Web of Science

En Scopus la palabra clave “adsorción” con 261 es la que mayor número de ocurrencia tiene, seguido de “artículo” con 219 y “biosorción” con 80. En Web of Science la palabra clave “cadmio” con 201 es la que mayor ocurrencia tiene, seguido de “cobre” y “biosorción” con 192 y biomasa con 119.

V. DISCUSIÓN

La biomasa más eficiente para la remoción de cobre según las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science fue *Lagenaria vulgaris*, la cual obtuvo un porcentaje de remoción de 92% de cobre presentes en aguas contaminadas. Por otro lado, las biomasas más eficientes para la remoción de cadmio según las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science fue *Fístula de casia* obtuvo un porcentaje de remoción de 98% de cadmio; ambas biomasas mencionadas anteriormente aplicaron el método de adsorción para la remoción de los respectivos metales. Así también, Tejada, Villabona y Garcés (2015) mencionan que las biomasas muertas poseen diversas propiedades para enlazar y acumular este tipo de contaminantes por diferentes métodos, además, que diversos factores como el pH de la solución, tamaño de partícula, la concentración del metal y temperatura influyen en el proceso de remoción.

La revista con mayor cantidad de publicaciones en la base de datos Scopus es Science of the total environment, esta revista cuenta con 35 investigaciones que estudiaron la eficiencia de remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasas; a diferencia de la base de datos de Web of Science donde la revista con mayor cantidad de publicaciones es Desalination and water treatment con 29 investigaciones, por lo tanto, la base de datos Scopus cuenta con mayor porcentaje de revistas publicadas en relación al tema. Por otro lado, Xie et al (2020) realizaron un análisis bibliométrico sobre los artículos académicos en la investigación de la huella ambiental durante 1996–2018, donde concluyeron que la revista producción más limpia, y el diario Ciencia y tecnología ambiental son las revistas con más de 50 artículos citados en la base de datos Web of Science. Por otro lado, Shi et al (2020) mencionan que en el análisis bibliométrico titulado “Revisión de la literatura sobre accesibilidad mediante técnicas de análisis bibliométrico”, la revista Journal of Transport Geography (JTG) representa un 16.70% del total de publicaciones.

Respecto a la cantidad de documentos, se obtuvo 818 publicaciones de la base de datos Scopus y 317 de Web of Science, evidenciando así una diferencia de publicaciones sobre el tema en estudio. Según Cabeza et al (2020), mencionan que el campo de ingeniería de la base de datos Scopus tiene una mayor cantidad de publicaciones a diferencia de Web of Science. Así también, Guo et al, (2020) mencionan que la bibliometría puede presentar una cantidad considerable de investigaciones académicas, los cuales pueden verse de una perspectiva micro y macro.

Las áreas temáticas con mayor número de publicaciones fueron ciencia medioambiental con un 34.3%, seguido de ciencias agrícolas y biológicas con 14.4% y bioquímica, genética y biología molecular con 10.4%. esto demuestra que el área de ciencia medioambiental de la base de datos Scopus contiene un mayor número de investigaciones relacionadas a la remoción de cadmio y cobre utilizando biomasa en aguas contaminadas. De igual manera, Lawal et al (2019) realizaron un análisis bibliométrico sobre aplicaciones de “líquido iónico” y su uso como sustituto del modificador adsorbente común para la adsorción de contaminantes orgánicos, los documentos fueron extraídos de la base de datos Scopus entre el año 1930 y 2017, donde obtuvieron 13 114 documentos para el estudio de la adsorción de contaminantes orgánicos, siendo química el área temática con mayor porcentaje de publicaciones con un 29.4%, ciencia de los materiales con 15,0% e ingeniería con 9,9%.

Los países con mayores publicaciones relacionadas al tema de remoción de cadmio y cobre utilizando biomasa en aguas contaminadas, son China, Estados Unidos e India, obteniendo como resultados que la cantidad de producciones científicas son >183, >119, >106 documentos, respectivamente. Asimismo, Chen y Ho, (2015), realizaron un estudio bibliométrico donde obtuvieron 3 397 artículos citados, Estados Unidos es el país líder con 1657 artículos, que representa el 49% de los artículos, seguido de Reino Unido. Así también, en el análisis bibliométrico realizado entre 1980 y 2018, Estados Unidos con mayor porcentaje de artículos publicados con 354,21,3%, seguido de Reino Unido con 275,16,5% y Australia con 10,2%. También hay países en desarrollo como, India con 39 publicaciones, Irán 22 y México 17.

En cuanto a las metodologías más utilizadas por los investigadores para la caracterización de las biomásas fueron, la espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y la microscopia electrónica de barrido (SEM), estas metodologías fueron aplicadas en las investigaciones obtenidas de la base de datos Scopus y Web of Science. En relación con este tema, Putra, Wina Pranata et al. (2014), en su investigación sobre la remoción de cobre en soluciones acuosas realizaron la caracterización de la biomasa del aserrín de coco, cáscara de huevo y bagazo de caña, utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM) e identificaron cambios significativos en la morfología como la formación de agregados discretos en las superficies de los biosorbentes después de la adsorción. Además, mediante la espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) se analizaron la presencia de grupos funcionales en la superficie de los biosorbentes y los posibles mecanismos implicados en la adsorción de iones metálicos de Cu, donde determinaron que los iones metálicos se unen a los sitios activos de los biosorbentes a través de la atracción electrostática o el mecanismo de complejación, además que el carbonato, carbonilo, hidroxilo y la amina son los principales sitios de adsorción de estas biomásas. Por su parte, Herrera-Barros et al. (2020), evaluaron la remoción de cadmio utilizando biosorbente de bagazo de palma aceitera y alúmina, su caracterización se llevó a cabo mediante el análisis FTIR, SEM y EDX para identificar los grupos funcionales, morfología y composición elemental. Del mismo modo, Feng, Guo y Liang (2009) realizaron la caracterización del biosorbente de cáscara de naranja mediante la técnica FTIR para investigar la presencia de poli (ácido acrílico) en la cáscara de naranja y mediante la técnica SEM donde, identificaron que la adsorción de Cu puede deberse a la capacidad superior de intercambio iónico y quelación.

Las condiciones operacionales más establecidas en la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas de acuerdo a las 20 investigaciones más representativas de las bases de datos Scopus y Web of Science, son el nivel de pH, la dosis de biomasa, el tiempo de contacto de aplicación en la muestra, las diferentes concentraciones tanto de cadmio y cobre. Según lo

mencionado, se puede deducir que las biomásas brindan un proceso biotecnológico que puede lograr hasta un 92% de eficacia aplicado en diversos métodos de remoción y condiciones operacionales para disminuir o eliminar este tipo de metales pesados de las aguas contaminadas. Asimismo, Feng, Guo y Liang (2009) mencionaron en su investigación que la cáscara de naranja modificada químicamente obtuvo un porcentaje de remoción de Cu del 94.6% en aguas residuales, empleando un pH 6, dosis 0.250g, un tiempo 400 min a una temperatura de 30°C. Mientras, Naseem et al., (2018) estudiaron la biomasa de *fístula de casia* para la remoción de cadmio, obteniendo una remoción de 98%, a un pH 6, a una temperatura de 25 °C, en una concentración de cadmio de 10 mg/L, a una dosis de biosorbente de 1.5 g/L, un tiempo de 90 min y 150 rpm. Así también, en el estudio realizado por Sha et al, (2009), estudiaron la biosorción de Cu en una solución acuosa empleando cáscara de naranja, y la máxima remoción se consiguió a un pH de 5,3. Asimismo, Feng, Guo y Liang, (2009) lograron la remoción de Cu en un 97,10% en un pH de 6. Para el caso de la biomasa de *Litchi chinensis* la máxima remoción de Cd fue a un pH de 5 (Mahmood et al. 2020). Sin embargo, en la presente investigación la biomasa con mayor porcentaje de remoción fue *Lagenaria vulgaris* en condiciones operacionales de pH 5, dosis 4 g/L de biosorbente en una concentración inicial de cobre de 50 mg/L a un tiempo de 40 min se obtuvo un porcentaje de 92% de remoción de cobre presentes en aguas contaminadas.

El método de remoción más empleado en las investigaciones extraídas de las bases de datos Scopus y Web of Science fue la adsorción con un 82% y 80% respectivamente, seguido de la absorción con 9% y 8% respectivamente y el intercambio iónico con 9% y 12% respectivamente. Por lo tanto, se puede deducir que el método más utilizado en ambas bases de datos es la adsorción, es por ello que Patra et al. (2020) mencionan que el método utilizado en la investigación, fue la absorción, el cual fue realizada por la biomasa de ***Lagenaria vulgaris*** en la que se destaca por la remoción de cobre en un 92%. Por otro lado, Naseem et al (2018) indican que en su investigación utilizaron la biomasa de ***Fístula de casia***, que elimino el cadmio

en un 98% por medio del método de adsorción en condiciones ligeramente acidas. Esto indica que el método más eficiente para la remoción de los metales mencionados es el método de adsorción, constatando lo dicho Tejada, Villabona y Garcés (2015) mencionan que el método de adsorción de los iones en la superficie de la célula en las biomasas puede ocurrir por intercambio iónico, precipitación, complejación o atracción electrostática.

VI. CONCLUSIONES

El estudio mostró que el uso de biomásas es eficiente para la remoción de cadmio y cobre alcanzando un porcentaje de remoción del 98% (*Fístula de casia*) y 92% (conchas de *Lagenaria vulgaris*), respectivamente. Entre los resultados relevantes se tiene:

- Se identificó que las revistas con mayor producción científica en la base de datos Scopus y Web of Science son Science of the total environment con 35 publicaciones y Desalination and water treatment con 29 publicaciones.
- La cantidad de documentos que estudiaron la remoción de cadmio y cobre utilizando biomásas en aguas contaminadas fue de 818 en la base de datos Scopus y 317 de Web of Science, siendo un total de 1 135 documentos.
- China es el país con mayor producción científica en la base de datos Scopus y Web of Science.
- El análisis SEM es la principal metodología aplicada para la caracterización de biomásas porque se emplean antes y después de la adsorción de iones metálicos para observar posibles cambios en la superficie del biosorbente. Así también, la metodología FTIR que identifica los grupos funcionales presentes en el biosorbente. Es así que, en la base de datos Scopus la metodología FTIR y SEM representa 40.0% y 50.8, respectivamente. Asimismo, en la base de datos Web of Science FTIR y SEM presentan el 50.8% y 43.2%.
- Las condiciones operacionales para la remoción de cadmio y cobre utilizando biomásas fueron el pH, dosis de biosorbente, temperatura, tiempo y velocidad de agitación.

VII. **RECOMENDACIONES**

- Realizar una comparación de las investigaciones de las bases de datos Scopus y Web of science con otras bases de datos reconocidas.
- Realizar un análisis bibliométrico sobre las consecuencias de los metales pesados en los seres humanos y el medio ambiente.

REFERENCIAS

ASUQUO, E.D. y MARTIN, A.D. Journal of Environmental Chemical Engineering Sorption of cadmium (II) ion from aqueous solution onto sweet potato (Ipomoea batatas L .) peel adsorbent : Characterisation , kinetic and isotherm studies. *Biochemical Pharmacology*, vol. 4, no. 4, pp. 4207-4228, 2016. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2016.09.024.

BOSE, S.K. y CHAKRABORTY, U.C. Resolutions Adopted at the General Session of the VIII All India Pediatric Conference at Vellore on the 21st December, 1956. *The Indian Journal of Pediatrics*, vol. 24, no. 1, pp. 14, 1957. ISSN 00195456. DOI 10.1007/BF02796157.

BULGARIU, D. y BULGARIU, L. Potential use of alkaline treated algae waste biomass as sustainable biosorbent for clean recovery of cadmium(II) from aqueous media: Batch and column studies. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, pp. 4525-4533, 2016. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.05.124.

CABEZA, L.F., FRAZZICA, A., CHÀFER, M., VÉREZ, D. y PALOMBA, V. Research trends and perspectives of thermal management of electric batteries: Bibliometric analysis. *Journal of Energy Storage*, vol. 32, no. May, 2020. ISSN 2352152X. DOI 10.1016/j.est.2020.101976.

CHEN, H. y HO, Y.S. Highly cited articles in biomass research: A bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 49, pp. 12-20, 2015. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2015.04.060.

CITY, Z. *Iosorption of*. S.l.: s.n., 2020. ISBN 9781634847407.

CORTÉS, J. Web of Science: termómetro de la producción internacional de conocimiento: Ventajas y limitaciones. *CULCyT*, no. 29, pp. 5-15, 2015. ISSN 2007-0411.

FEIZI, M. y JALALI, M. Removal of heavy metals from aqueous solutions using sunflower, potato, canola and walnut shell residues. *Journal of the Taiwan*

Institute of Chemical Engineers, vol. 54, pp. 125-136, 2015. ISSN 18761070. DOI 10.1016/j.jtice.2015.03.027.

FENG, NING CHUAN; GUO, XUE YI; LIANG, S. Kinetic and thermodynamic studies on biosorption of Cu(II) by chemically modified orange peel. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, vol. 19, no. 5, pp. 1365-1370, 2009. ISSN 10036326. DOI 10.1016/S1003-6326(08)60451-3.

FENG, N., GUO, X. y LIANG, S. Adsorption study of copper (II) by chemically modified orange peel. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 164, no. 2-3, pp. 1286-1292, 2009. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2008.09.096.

GIALDINO, V. D. lii. Metodología Y Procedimiento. 1993.

GOCHEV, V., VELKOVA, Z. y STOYTCHEVA, M. Biosorption of cooper (ii) by immobilized dead biomass of *saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, vol. 24, no. li, pp. 607-612, 2010. ISSN 13102818. DOI 10.1080/13102818.2010.10817907.

GUO, Y., HUANG, Z., GUO, J., GUO, X. y LI, H. Jou. *Future Generation Computer Systems*, 2020 ISSN 0167-739X. DOI 10.1016/j.future.2020.10.023.

HERRERA-BARROS, A., TEJADA-TOVAR, C., VILLABONA-ORTÍZ, A., GONZÁLEZ-DELGADO, A.D. y BENITEZ-MONROY, J. Cd (II) and Ni (II) uptake by novel biosorbent prepared from oil palm residual biomass and Al₂O₃ nanoparticles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 15, pp. 1-7, 2020. ISSN 23525541. DOI 10.1016/j.scp.2020.100216.

JAN, N., ECK, V. y WALTMAN, L. Manual de VOSviewer.2017.

KUMAR, B., SMITA, K., SÁNCHEZ, E., STAEL, C. y CUMBAL, L. Andean Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell biomass as new biosorbents for Pb²⁺ and Cu²⁺ ions. *Ecological Engineering*, vol. 93, pp. 152-158, 2016. ISSN 09258574. DOI 10.1016/j.ecoleng.2016.05.034.

LASHEEN, M.R., AMMAR, N.S. y IBRAHIM, H.S. Adsorption/desorption of

Cd(II), Cu(II) and Pb(II) using chemically modified orange peel: Equilibrium and kinetic studies. *Solid State Sciences* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 202-210, 2019. ISSN 12932558. DOI 10.1016/j.solidstatesciences.2011.11.029. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2011.11.029>.

LAWAL, I.A., KLINK, M., NDUNGU, P. y MOODLEY, B. Brief bibliometric analysis of “ionic liquid” applications and its review as a substitute for common adsorbent modifier for the adsorption of organic pollutants. *Environmental Research*, vol. 175, no. April, pp. 34-51, 2019. ISSN 10960953. DOI 10.1016/j.envres.2019.05.005.

LONDOÑO FRANCO, L.F., LONDOÑO MUÑOZ, P.T. y MUÑOZ GARCIA, F.G. LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 145, 2016. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/BSAA(14)145-153. Disponible en: <http://revistabioteconologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/bioteconologia/article/view/1707>.

LU, D., CAO, Q., LI, X., CAO, X., LUO, F. y SHAO, W. Kinetics and equilibrium of Cu(II) adsorption onto chemically modified orange peel cellulose biosorbents. *Hydrometallurgy* [en línea], vol. 95, no. 1-2, pp. 145-152, 2009. ISSN 0304386X. DOI 10.1016/j.hydromet.2008.05.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.05.008>.

LUIS, P. Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, vol. 09, no. 08, pp. 69-74, 2004. ISSN 1815-0276.

MAHMOOD, T., SHAHEEN, S., MANZOOR, S., NAZ, S. y C, M.A.H. Litchi chinensis pelar la biomasa como adsorbente verde para la eliminación de iones de cadmio (Cd) de soluciones acuosas. , vol. 173, pp. 24737, 2020.

MESELDZIJA, S., PETROVIC, J., ONJIA, A., VOLKOV-HUSOVIC, T., NESIC, A. y VUKELIC, N Utilization of agro-industrial waste for removal of copper ions from aqueous solutions and mining-wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* [en línea], vol. 75, pp. 246-252, 2019. ISSN 22345957. DOI 10.1016/j.jiec.2019.03.031. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.03.031>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Aprende a Prevenir los Efectos de Mercurio Modulo 3: (Agua y Alimento). *Ministerio del Ambiente*, vol. 3, pp. 44, 2016.

MOHAMMED, T.J. y IBRAHIM, R.I. Remediation of Cu(II) from Well Water of Iraq by Using Cortex of Fruits and Agricultural Waste. *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 41, no. 2, pp. 345-355, 2016. ISSN 21914281. DOI 10.1007/s13369-015-1848-x.

MOSBAH, R. y SAHMOUNE, M.N. Biosorption of heavy metals by *Streptomyces* species - an overview. , vol. 11, no. 9, 2013. DOI 10.2478/s11532-013-0268-6.

PATRA, C., SHAHNAZ, T., SUBBIAH, S. y NARAYANASAMY, S. Evaluación comparativa de preparaciones crudas y activadas con ácido de nuevos *Pongamia pinnata* conchas para la adsorción de cromo hexavalente de aguas residuales simuladas. 2014.

PUTRA, Wina Pranata, KAMARI, A., NAJIAH, S., YUSOFF, M., ISHAK, C.F., MOHAMED, A., HASHIM, N. y ISA, I. Biosorción de iones Cu (II), Pb (II) y Zn (II) a partir de soluciones acuosas utilizando materiales de desecho seleccionados : estudios de adsorción y caracterización. , no. li, pp. 25-35, 2014.

SALINAS, R., PATRÓN-PRADO, M. y ACOSTA-VARGAS, B. Biosorción de cobre y cadmio por algas secas. , pp. 197-202, 2010.

SCHIEWER, S. y BALARIA, A. Biosorption of Pb²⁺ by original and protonated citrus peels: Equilibrium, kinetics, and mechanism. *Chemical Engineering Journal*, vol. 146, no. 2, pp. 211-219, 2009. ISSN 13858947. DOI 10.1016/j.cej.2008.05.034.

SHA, L., XUE-YI, G.U.O., NING-CHUAN, F. y QING-HUA, T. Effective removal of heavy metals from aqueous solutions by orange peel xanthate. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 20, no. 50774100, pp. s187-s191, 2009. ISSN 1003-6326. DOI 10.1016/S1003-6326(10)60037-4.

SHI, Y., BLAINEY, S., SUN, C. y JING, P. A literature review on accessibility using bibliometric analysis techniques. *Journal of Transport Geography*, vol. 87, no. July, pp. 102810, 2020. ISSN 09666923. DOI 10.1016/j.jtrangeo.2020.102810.

STANKOVIĆ, M.N., KRSTIC, Y.N.S., ZAPATILLA, C.I.J., MITROVIC, J.Z., RADOVIC, Y.M.D., BOJIĆ, Y.D. V y BOJIC, L. Modificado químicamente *Lagenaria vulgaris* como biosorbente para la eliminación de Cu II desde el agua. , pp. 227-236, 2013.

TEJADA-TOVAR, C., VILLABONA-ORTIZ, Á. y GARCÉS-JARABA, L. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *TecnoLógicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109, 2015. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209.

XIE, Y., LI, X., HU, Xiaoli y HU, Xianfeng. The landscape of academic articles in environmental footprint family research: A bibliometric analysis during 1996–2018. *Ecological Indicators*, vol. 118, no. June, pp. 106733, 2020. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2020.106733.

ASUQUO, E.D. y MARTIN, A.D. Journal of Environmental Chemical Engineering Sorption of cadmium (II) ion from aqueous solution onto sweet potato (*Ipomoea batatas* L .) peel adsorbent : Characterisation , kinetic and isotherm studies. *Biochemical Pharmacology*, vol. 4, no. 4, pp. 4207-4228, 2016. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2016.09.024.

BOSE, S.K. y CHAKRABORTY, U.C. Resolutions Adopted at the General Session of the VIII All India Pediatric Conference at Vellore on the 21st December, 1956. *The Indian Journal of Pediatrics*, vol. 24, no. 1, pp. 14,1957 ISSN 00195456. DOI 10.1007/BF02796157.

BULGARIU, D. y BULGARIU, L. Potential use of alkaline treated algae waste biomass as sustainable biosorbent for clean recovery of cadmium(II) from aqueous media: Batch and column studies. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, pp. 4525-4533, 2016. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.05.124.

CABEZA, L.F., FRAZZICA, A., CHÀFER, M., VÉREZ, D. y PALOMBA, V. Research trends and perspectives of thermal management of electric batteries: Bibliometric analysis. *Journal of Energy Storage*, vol. 32, no.,2020 May. ISSN 2352152X. DOI 10.1016/j.est.2020.101976.

CHEN, H. y HO, Y.S. Highly cited articles in biomass research: A bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 49, pp. 12-20, 2015. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2015.04.060.

CITY, Z.. *Iosorption of*. S.l.: s.n.,2020. ISBN 9781634847407.

CORTÉS, J. Web of Science: termómetro de la producción internacional de conocimiento: Ventajas y limitaciones. *CULCyT*, no. 29, pp. 5-15, 2015. ISSN 2007-0411.

FEIZI, M. y JALALI, M. Removal of heavy metals from aqueous solutions using sunflower, potato, canola and walnut shell residues. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 54, pp. 125-136, 2015. ISSN 18761070. DOI 10.1016/j.jtice.2015.03.027.

FEIZI, M. y JALALI, M. Removal of heavy metals from aqueous solutions using sunflower, potato, canola and walnut shell residues. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 54, pp. 125-136, 2015. ISSN 18761070. DOI 10.1016/j.jtice.2015.03.027.

FENG, NING CHUAN; GUO, XUE YI; LIANG, S. Kinetic and thermodynamic studies on biosorption of Cu(II) by chemically modified orange peel. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, vol. 19, no. 5, pp. 1365-1370, 2009 ISSN 10036326. DOI 10.1016/S1003-6326(08)60451-3.

FENG, N., GUO, X. y LIANG, S. Adsorption study of copper (II) by chemically modified orange peel. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 164, no. 2-3, pp. 1286-1292, 2010 . ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2008.09.096.

GIALDINO, V. De, 1993. Iii. Metodología Y Procedimiento. ,

GOCHEV, V., VELKOVA, Z. y STOYTICHEVA, M. Biosorption of cooper (ii) by

immobilized dead biomass of *saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, vol. 24, no. li, pp. 607-612, 2010. ISSN 13102818. DOI 10.1080/13102818.2010.10817907.

GUO, Y., HUANG, Z., GUO, J., GUO, X. y LI, H. *Jou. Future Generation Computer Systems*, 2020. ISSN 0167-739X. DOI 10.1016/j.future.2020.10.023.

HERRERA-BARROS, A., TEJADA-TOVAR, C., VILLABONA-ORTÍZ, A., GONZÁLEZ-DELGADO, A.D. y BENITEZ-MONROY, J. Cd (II) and Ni (II) uptake by novel biosorbent prepared from oil palm residual biomass and Al₂O₃ nanoparticles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 15, pp. 1-7, 2020. ISSN 23525541. DOI 10.1016/j.scp.2020.100216.

JAN, N., ECK, V. y WALTMAN, L. *Manual de VOSviewer*. 2017.

KUMAR, B., SMITA, K., SÁNCHEZ, E., STAEL, C. y CUMBAL, L. Andean Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell biomass as new biosorbents for Pb²⁺ and Cu²⁺ ions. *Ecological Engineering*, vol. 93, pp. 152-158, 2016. ISSN 09258574. DOI 10.1016/j.ecoleng.2016.05.034.

LASHEEN, M.R., AMMAR, N.S. y IBRAHIM, H.S. Adsorption/desorption of Cd(II), Cu(II) and Pb(II) using chemically modified orange peel: Equilibrium and kinetic studies. *Solid State Sciences* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 202-210, 2012. ISSN 12932558. DOI 10.1016/j.solidstatesciences.2011.11.029. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2011.11.029>.

LAWAL, I.A., KLINK, M., NDUNGU, P. y MOODLEY, B. Brief bibliometric analysis of “ionic liquid” applications and its review as a substitute for common adsorbent modifier for the adsorption of organic pollutants. *Environmental Research*, vol. 175, no. April, pp. 34-51, 2019. ISSN 10960953. DOI 10.1016/j.envres.2019.05.005.

LONDOÑO FRANCO, L.F., LONDOÑO MUÑOZ, P.T. y MUÑOZ GARCIA, F.G. LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 145, 2016. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/BSAA(14)145-

153. Disponible en:
<http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/1707>.

LU, D., CAO, Q., LI, X., CAO, X., LUO, F. y SHAO, W. Kinetics and equilibrium of Cu(II) adsorption onto chemically modified orange peel cellulose biosorbents. *Hydrometallurgy* [en línea], vol. 95, no. 1-2, pp. 145-152, 2009. ISSN 0304386X. DOI 10.1016/j.hydromet.2008.05.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.05.008>.

LUIS, P. Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, vol. 09, no. 08, pp. 69-74, 2004 ISSN 1815-0276.

MAHMOOD, T., SHAHEEN, S., MANZOOR, S., NAZ, S. y C, M.A.H. Litchi chinensis pelar la biomasa como adsorbente verde para la eliminación de iones de cadmio (Cd) de soluciones acuosas. , vol. 173, pp. 24737, 2020,

MESELDZIJA, S., PETROVIC, J., ONJIA, A., VOLKOV-HUSOVIC, T., NESIC, A. y VUKELIC, N. Utilization of agro-industrial waste for removal of copper ions from aqueous solutions and mining-wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* [en línea], vol. 75, pp. 246-252, 2019. ISSN 22345957. DOI 10.1016/j.jiec.2019.03.031. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.03.031>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016. Aprende a Prevenir los Efectos de Mercurio Modulo 3: (Agua y Alimento). *Ministerio del Ambiente*, vol. 3, pp. 44.

MOHAMMED, T.J. y IBRAHIM, R.I. Remediation of Cu(II) from Well Water of Iraq by Using Cortex of Fruits and Agricultural Waste. *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 41, no. 2, pp. 345-355, 2016. ISSN 21914281. DOI 10.1007/s13369-015-1848-x.

MOSBAH, R. y SAHMOUNE, M.N. Biosorption of heavy metals by *Streptomyces* species - an overview. , vol. 11, no. 9, 2013 DOI 10.2478/s11532-013-0268-6.

PATRA, C., SHAHNAZ, T., SUBBIAH, S. y NARAYANASAMY, S. Evaluación comparativa de preparaciones crudas y activadas con ácido de nuevos

Pongamia pinnata conchas para la adsorción de cromo hexavalente de aguas residuales simuladas. , no. Vi, 2020.

PUTRA, Wiwid Pranata, KAMARI, A., NAJIAH, S., YUSOFF, M. y ISHAK, C.F. Biosorption of Cu (II), Pb (II) and Zn (II) Ions from Aqueous Solutions Using Selected Waste Materials : Adsorption and Characterisation Studies. , no. March, pp. 25-35, 2014.

PUTRA, Wina Pranata, KAMARI, A., NAJIAH, S., YUSOFF, M., ISHAK, C.F., MOHAMED, A., HASHIM, N. y ISA, I. Biosorción de iones Cu (II), Pb (II) y Zn (II) a partir de soluciones acuosas utilizando materiales de desecho seleccionados : estudios de adsorción y caracterización. , no. li, pp. 25-35, 2014.

SALINAS, R., PATRÓN-PRADO, M. y ACOSTA-VARGAS, B. Biosorción de cobre y cadmio por algas secas. , pp. 197-202, 2010.

SCHIEWER, S. y BALARIA, A. Biosorption of Pb²⁺ by original and protonated citrus peels: Equilibrium, kinetics, and mechanism. *Chemical Engineering Journal*, vol. 146, no. 2, pp. 211-219, 2009. ISSN 13858947. DOI 10.1016/j.cej.2008.05.034.

SHA, L., XUE-YI, G.U.O., NING-CHUAN, F. y QING-HUA, T. Effective removal of heavy metals from aqueous solutions by orange peel xanthate. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 20, no. 50774100, pp. s187-s191, 2009 . ISSN 1003-6326. DOI 10.1016/S1003-6326(10)60037-4.

SHI, Y., BLAINEY, S., SUN, C. y JING, P. A literature review on accessibility using bibliometric analysis techniques. *Journal of Transport Geography*, vol. 87, no. July, pp. 102810, 2020. ISSN 09666923. DOI 10.1016/j.jtrangeo.2020.102810.

STANKOVIĆ, M.N., KRSTIC, Y.N.S., ZAPATILLA, C.I.J., MITROVIC, J.Z., RADOVIC, Y.M.D., BOJIĆ, Y.D. V y BOJIC, L. Modificado químicamente *Lagenaria vulgaris* como biosorbente para la eliminación de Cu II desde el agua. , pp. 227-236, 2013.

TEJADA-TOVAR, C., VILLABONA-ORTIZ, Á. y GARCÉS-JARABA, L.

Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *TecnoLógicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109, 2015. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209.

XIE, Y., LI, X., HU, Xiaoli y HU, Xianfeng. The landscape of academic articles in environmental footprint family research: A bibliometric analysis during 1996–2018. *Ecological Indicators*, vol. 118, no. June, pp. 106733, 2020. ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2020.106733.

ANEXOS

Tabla 7. Matriz de operacionalización de variables

Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas						
VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN / UNIDADES
INDEPENDIENTE	Análisis bibliométrico sobre el uso de diferentes biomosas	Diversas biomosas de residuos orgánicos muestran características importantes, como la adherencia, el cual es esencial para el proceso de remoción de metales pesados. Estos al ser materia de fácil obtención y de un costo accesible son consideradas como una alternativa económica y efectiva, para el tratamiento de aguas contaminadas (Gelsy et al., 2011; Schiewer y Balaria, 2009; Ordoñez 2017)	En el análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre utilizando biomosas, primero se tomó en cuenta el número de revistas e investigaciones que contienen la información requerida, luego se evaluó el método de caracterización de la biomasa, así también se evaluó los parámetros operacionales	Número de revistas	Scopus	Nominal
					Web of Science	
				Número de investigaciones	Scopus	Nominal
					Web of science	
				Ámbito geográfico	País	Nominal
				Método de caracterización de biomasa	Análisis EDX	–
					Análisis FTIR	–
Parámetros operacionales	pH de la solución	1-14				
	Tiempo de contacto	min				
	Dosis de biomasa	mg/L				
DEPENDIENTE	Remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas	Existen tratamientos físicos, químicos y biológicos, para la remoción de contaminantes presentes en el efluente proveniente de las actividades industriales, mineras y municipales; los residuos agrícolas han sido considerados como una alternativa potencial por su capacidad de bioadsorción para la remoción de iones metálicos (Sen y Ghosh Dastidar, 2010; Tejada, Villavona y Garcés, 2014;).	Para determinar la eficiencia de las biomosas para la remoción de cadmio y cobre, se midió la concentración de estos metales antes y después de emplear los biosorbentes. Además, se evaluaron parámetros como: pH y tiempo de contacto. $\%R = (C_i - C_f) / C_i \times 100$ Ci=Concentración inicial del ion metálico. Cf=Concentración final ion metálico	Porcentaje de remoción	Concentración Inicial	mg/L
					Concentración final	mg/L

Ficha 1. Características de los 20 estudios más representativos del análisis bibliométrico.

Título:		Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomazas			
Línea de investigación:		Tratamiento y Gestión de Residuos			
Responsables:		Leydi A. Daza Montesinos Frank H. Barrientos Ramirez			
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			
Fecha:					
Base de datos	Tipo de biomasa	Condiciones operacionales	Porcentaje de remoción (%)	País	Referencia


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

Alcantarilla

 Juan Julio Ordoñez Sánchez
 DNI: 08447308

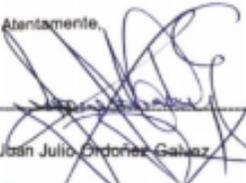

Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez
 CIP: 23306
 DNI: 00844670

Ficha 2. Biomosas aplicadas para la remoción de cadmio y cobre.

Título:	Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de Residuos
Responsables:	Leydi A. Daza Montesinos
	Frank H. Barrientos Ramirez
Asesor:	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
Fecha:	

ITEM	Autores del estudio	Biomosas	Modificación química	Remoción de cadmio	Remoción de cobre	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						


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

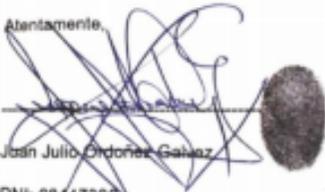
Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


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

Ficha 3. Condiciones operacionales de las biomosas

Título:	Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomosas				
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de Residuos				
Responsables:	Leydi A. Daza Montesinos				
	Frank H. Barrientos Ramirez				
Asesor:	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto				
Fecha:					
ITEM	Autores del estudio	Tiempo de contacto (min)	pH óptimo	Dosis óptima (mg/L)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					


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

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


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

Ficha 4. Porcentaje de remoción de cadmio y cobre.

Título:	Análisis bibliométrico sobre la remoción de cadmio y cobre en aguas contaminadas utilizando biomasas						
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de Residuos						
Responsables:	Leydi A. Daza Montesinos						
	Frank H. Barrientos Ramirez						
Asesor:	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						
Fecha:							
ITEM	Autor(es) del estudio	Concentración inicial de cadmio	Concentración final de cadmio	Concentración inicial de cobre	Concentración final de cobre	Porcentaje de remoción de cadmio	Porcentaje de remoción de cobre
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							


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

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


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

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los 20 estudios más representativos del análisis bibliométrico**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hillier / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 100264
 HERNÁNDEZ 11 17007 5075

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Biomásas aplicadas para la remoción de cadmio y cobre.**
 1.5 Autores de Instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hitlher / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

2 ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

4 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 C.P. 10207
 HUANCAYO, PERÚ

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5 DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de las biomásas**
- 1.5 Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

2 ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

4 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

98%

Lima, 01 de diciembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP. 19001
 REGALCOTI: 19678275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5 DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de cadmio y cobre**
 1.5 Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

2 ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

4 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130602
 RENACIYO: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Agronomía**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los 20 estudios más representativos del análisis bibliométrico**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramírez, Frank Hitlher / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

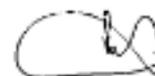
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 01 de diciembre del 2020



Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez

CIP: 23306

DNI: 00844670

Telf.: 942 857 565

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 4.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez**
 4.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 4.3. Especialidad o línea de investigación: **Agronomía**
 1.1. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Biomásas aplicadas para la remoción de cadmio y cobre**
 1.2. Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

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:

95%

Lima, 01 de diciembre del 2020



Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez

CIP: 23306

DNI: 00844670

Tel.: 942 857 565

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 4.4. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez**
 4.5. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 4.6. Especialidad o línea de investigación: **Agronomía**
 1.1. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de las biomasas**
 1.2. Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 01 de diciembre del 2020



Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez

CIP: 23306

DNI: 00844670

Tel.: 942 857 565

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 4.7. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez**
 4.8. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.1. Especialidad o línea de investigación: **Agronomía**
 1.2. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de cadmio y cobre**
 1.3. Autores de instrumento: **Barrientos Ramírez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 01 de diciembre del 2020



Ing. Luis Alberto Ordoñez Sánchez

CIP: 23306

DNI: 00844670 Tel.: 942 857 565

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Galvez, Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los 20 estudios más representativos del análisis bibliométrico**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramírez, Frank Hillher / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Galvez, Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Biomasa aplicadas para la remoción de cadmio y cobre**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hillher / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020


 José Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Galvez, Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de las biomásas**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramírez, Frank Hiltner / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020

Atentamente

 Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 06447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Galvez, Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de cadmio y cobre**
- 1.5. Autores de instrumento: **Barrientos Ramirez, Frank Hillher / Daza Montesinos, Leydi Andrea**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 01 de diciembre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308