



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Análisis bibliométrico de la aplicación de biomásas para la
remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Rivera Fernández, Gianella Michell (ORCID: 0000-0002-4203-3017)

Solorzano Zelaya, Carmen Isabel (ORCID: 0000-0002-7757-6388)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada a nuestros padres, hermanos y amigos que son nuestra inspiración y motivación para seguir mejorando, y confiaron en nuestra capacidad de desarrollarnos profesionalmente.

Agradecimiento

Dios, Familia, amigos y personas especiales en nuestra vida por apoyarnos en cada decisión y por permitir cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias a quien con sus aportes y conocimientos hizo posible este trabajo de investigación, su disposición y apoyo: Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo y diseño de investigación	22
3.2 Variables y operacionalización	22
3.3 Población, muestra y muestreo	23
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimiento	25
3.6 Análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS	73

Índice de tablas

Tabla 1. Metales con impacto prejudicial sobre el medio acuático	17
Tabla 2. Promedio de validación de juicios de expertos	24
Tabla 3. Estrategia de búsqueda	28
Tabla 4. Características de los estudios incluidos en el estudio bibliométrico - Scopus	32
Tabla 5. Características de los estudios incluidos en el estudio bibliométrico – Web of Science	34
Tabla 6. Principales tipos de documentos publicados	39
Tabla 7. Publicaciones de los 10 países más productivos	44
Tabla 8. Instituciones con mayor número de publicaciones	46
Tabla 9. Los 10 artículos más citados publicados entre enero de 2010 hasta septiembre de 2020	48
Tabla 10. Las palabras claves más utilizadas	50
Tabla 11. Principales autores productivos	57
Tabla 12. Entidades financieras relacionadas con la investigación	59
Tabla 13. Matriz de operacionalización de variables	60

Índice de figuras

Figura 1. Tipos de biomasas según clasificaciones	13
Figura 2. Proceso de retención de contaminantes mediante adsorción, absorción y cambio iónico	25
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración para el estudio bibliométrico	
Figura 4. Proceso de obtención de investigaciones para el estudio bibliométrico	30
Figura 5. Características de los estudios incluidos en el estudio bibliométrico - Scopus	36
Figura 6. Superposición de artículos y revisiones científicas de Scopus y Web of Science	37
Figura 7. Tendencia anual de publicaciones incluidos en Scopus	38
Figura 8. Tendencia anual de publicaciones incluidos en WoS	39
Figura 9. Porcentajes de artículos de investigación y artículos de revisión en Scopus y Web of Science	40
Figura 10. Representación de las 11 principales áreas académicas incluidas em Scopus	41
Figura 11. Representación de las 11 principales áreas académicas incluidas en Web of Science	42
Figura 12. Publicaciones de los 10 países más productivos	43
Figura 13. Mapa de colaboración entre los 10 países más productivos	45
Figura 14. Recuento de documentos por institución en Scopus	47
Figura 15. Recuento de documentos por institución en WoS	47
Figura 16. Mapa de palabras clave más utilizadas basado en el análisis de 333 publicaciones indexadas a Scopus	51

Figura 17. Mapa de palabras clave más utilizadas basado en el análisis de 270 publicaciones indexadas a Web of Science	52
Figura 18. Técnicas de tratamiento en Scopus	53
Figura 19. Técnicas de tratamiento en WoS	54
Figura 20. Categorías y sus respectivas frecuencias para las diversas aplicaciones de la biomassa en la remoción de contaminantes	55
Figura 21. Principales autores productivos en la aplicación de biomasas para la remoción de contaminantes	56
Figura 22. Visualización de la red de coautoría para los autores en la investigación	58

Resumen

La búsqueda de materiales biodegradables, renovables y eficientes ha sido objeto de investigaciones encaminadas a reemplazar los materiales convencionales utilizados para reducir los impactos ambientales. La presente investigación tuvo como objetivo identificar los métodos más utilizados en la aplicación de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental y nivel descriptivo. La información fue recopilada tanto de la base de datos Scopus como de Web of Science desde enero de 2010 hasta septiembre de 2020. El análisis de datos se llevó a cabo utilizando la herramienta VOSviewer. Se investigaron los principales países, áreas académicas, autores y tendencias de publicación en remoción de arsénico y plomo empleando biomasas en aguas contaminadas. Los resultados del estudio mostraron que las biomasas *aspergillus niger* y *sorghum bicolor* presentaron mayor capacidad de adsorción, alcanzando porcentajes de remoción de 89 y 98%, respectivamente con un tiempo de contacto de 24 horas y a pH 6. Finalmente, se concluye que la absorción e intercambio iónico son los métodos de tratamiento más empleados y son alternativa efectiva para la remoción de arsénico y plomo con biomasas de residuos orgánicos.

Palabras claves: Análisis bibliométrico, biomasas, aguas residuales, arsénico, plomo.

Abstract

The search for biodegradable, renewable and efficient materials has been the subject of research aimed at replacing conventional materials used to reduce environmental impacts. The objective of this research was to identify the most widely used methods in the application of biomasses for the removal of arsenic and lead in contaminated water. The methodology was applied, quantitative approach, non-experimental design, and descriptive level. The information was collected from both the Scopus and Web of Science databases from January 2010 to September 2020. Data analysis was carried out using the VOSviewer tool. The main countries, academic areas, authors and publication trends in arsenic and lead removal using biomasses in contaminated waters were investigated. The results of the study showed that *aspergillus niger* and *sorghum bicolor* biomasses presented higher adsorption capacity, reaching removal percentages of 89 and 98%, respectively with a contact time of 24 hours and at pH 6. Finally, it is concluded that adsorption and ion exchange are the most used treatment methods and are effective alternatives for the removal of arsenic and lead with organic waste biomasses.

Keywords: Bibliometric analysis, biomass, wastewater, arsenic, lead.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos básicos y primordiales del ser humano es el agua. En la actualidad las acciones antropogénicas están perjudicando la condición del agua provocando su contaminación. Según WWDR (2017), determina que, a excepción de los países con mejor desarrollo, la mayoría vierte sus residuos con presencia de metales pesados con elevadas concentraciones. Asimismo, la falta de tratamiento constituye un riesgo al entorno del medio ambiente afectando la salud humana, la calidad del agua y los ecosistemas. A nivel nacional, la contaminación del agua es provocada primordialmente por la minería, la industria y la agricultura. Los más perjudicados son los ambientes acuáticos, con la pérdida de su biodiversidad y las especies vegetales, como lo son los humedales altoandinos. Ante esta problemática, la presente investigación realizó un análisis bibliométrico de la aplicación de biomásas como alternativa de remover arsénico y plomo en aguas contaminadas.

Acorde a lo mencionado, la presente investigación empleó el análisis bibliométrico, el cual se describe como una ciencia que permite un análisis cuantitativo de la producción científica mediante la literatura, estudiando la naturaleza y el curso de una disciplina científica (ESCORCIA, 2008). Además, se define como parte de la cienciometría, siendo la aplicación de diversos métodos matemáticos y estadísticos para estudiar el curso de la comunicación escrita de carácter científico; así como los autores que la producen (PRITCHARD, 1969). Por consiguiente, esta investigación aplicó el análisis bibliométrico para analizar si la aplicación de biomásas en aguas contaminadas es eficaz para remover arsénico y plomo.

La presente investigación formuló las siguientes interrogantes para la formulación del problema. De modo que, como **problema general** se planteó lo siguiente: ¿cuáles son los métodos más eficientes en la remoción de arsénico y zinc a partir de aguas contaminadas, enero del 2010 hasta septiembre del 2020?, y como **problemas específicos**: ¿en qué condiciones operacionales los métodos aplicados son más eficientes en la remoción de arsénico y plomo a partir de aguas contaminadas?, ¿cuál es el número de investigaciones tanto en Scopus y Web of Science de los diferentes tratamientos aplicados en la remoción de arsénico y plomo

a partir de aguas contaminadas?, ¿cuáles son las principales revistas con mayor producción de artículos sobre tratamientos aplicados en la remoción de arsénico y plomo a partir de aguas contaminadas?, y ¿cuáles son los países que realizaron mayores investigaciones sobre los diferentes tratamientos aplicados en la remoción de arsénico y plomo a partir de aguas contaminadas?.

La presente investigación, tiene como **justificación** de estudio contribuir con la recopilación de la amplia literatura con respecto a la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. Puesto que, al vincularse de un problema ambiental existe una coyuntura de gran demanda debido al impacto que generan las diversas actividades antropogénicas sobre el ecosistema y la necesidad de optar por alternativas o métodos de solución cuyos resultados no ocasionen más contaminación, las investigaciones ambientales cuentan con una amplia gama de información con respecto algún tema en específico, empleando el análisis bibliométrico como recurso permite esquematizar los resultados de esa amplia gama de investigaciones, fue viable integrar los diferentes hallazgos de distintos autores y con ello alcanzar que el trabajo de investigación sea considerado más factible para futuras generaciones.

De acuerdo a la formulación del problema establecido en líneas anteriores, se tuvo como **objetivo general**: identificar los métodos más utilizados en el estudio de la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, y como **objetivos específicos**: identificar en qué condiciones operacionales los métodos son más eficientes en la remoción de arsénico y plomo a partir de aguas contaminadas, identificar el número de investigaciones de Scopus y Web of Science sobre la aplicación de biomásas en el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico y plomo, identificar las revistas con mayor producción de artículos científicos sobre la aplicación de biomásas en el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico y plomo e identificar los países que tienen mayores publicaciones utilizando biomásas en el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico y plomo.

La presente investigación planteó como **hipótesis** que la aplicación de biomásas es eficiente en la remoción de arsénico y plomo presentes en aguas contaminadas.

II. MARCO TEÓRICO

Aguas contaminadas se define como la modificación de las características físicas, químicas y biológicas del agua, de tal manera que deja de ser apta para sus diversos usos y que se manifiesta un peligro para el medio ambiente y el hombre (VAN DER PERK, 2014). Existen dos fuentes de contaminación: la antrópica y la natural. La contaminación antrópica se debe principalmente a las actividades ejecutadas por el hombre y posee orígenes totalmente diferentes, debido al desarrollo agrícola, industrial y comercial se han generado contaminantes de diversa composición que perjudican al recurso de distintas maneras. Por otro lado, la contaminación natural se debe primordialmente a tres motivos: la meteorización de rocas y minerales, actividad volcánica y la descomposición de materia vegetal y animal.

METCALF y EDDY (2003) los principales contaminantes del agua que tienen el trabajo de ser sometidos a un tratamiento se clasifican en seis grupos: sólidos inorgánicos disueltos, metales pesados, microorganismos patógenos, sólidos suspendidos (SS), nutrientes, materia orgánica biodegradable (BOM). Los efluentes son poderosas fuentes de contaminación ya que no son biodegradables por los organismos. Generalmente se emplean en tratamientos biológicos y son acumulativos, alcanzando concentraciones altamente letales para invertebrados y peces (ALMEIDA et al., 2014). La alta toxicidad de estos efluentes puede apropiarse a la presencia de compuestos recalcitrantes que por lo general no son compatibles con la mayoría de los tratamientos biológicos existentes, y esta clase abarca metales pesados, tintes y pesticidas (YAO, 2009).

Biomasa es como una división biodegradable de los productos y residuos de origen biológico derivados de actividades agrícolas (incorporando las sustancias de origen animal y vegetal), de las industrias y de la silvicultura, incorporada la acuicultura y la pesca, así como la división biológica degradable de los desechos municipales e industriales, donde los residuos biomásicos se originaron de fuentes heterogéneas y variados (Directiva 2009). La Figura 1 ilustra las numerosas clasificaciones de biomasa, pero entre ellas las más aceptadas y establecidas en su composición, estado y origen, son las que se observan.

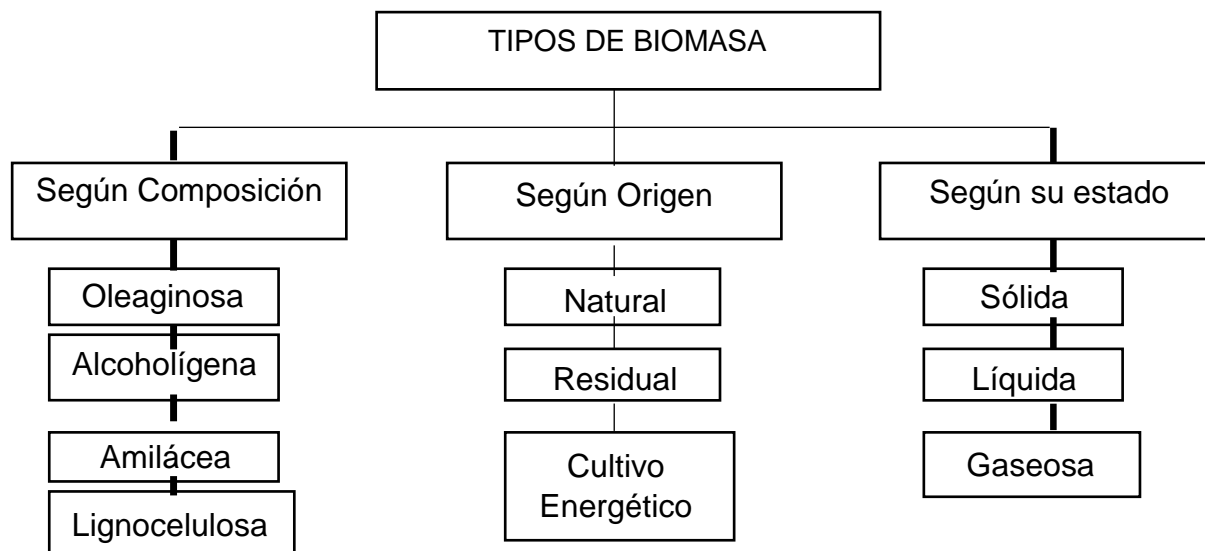


Figura 1. Tipos de biomasa según diferentes clasificaciones

Según VILLACREZ (2018), determinó la disminución de contaminantes nitrogenados en aguas residuales domésticas de la ciudad de Moyobamba haciendo uso del Aloe vera. Estableció un método de desarrollo donde analizó los indicadores químicos y físicos, los resultados determinaron que es viable el uso del Aloe vera como coagulante natural para la reducción de contaminantes. También, Bolívar (2018) determinó el potencial del hueso de la pepa de níspero como coagulante natural, a través del método de jarras con concentraciones de 4000 ppm y 3000 ppm a 300 rpm y 200 rpm; donde obtuvo una remoción de plomo en un 99,29 % con una concentración de 4000 ppm.

SHYAKOOR et al. (2016) examinaron el uso de diversos residuos de desechos agrícolas como biosorbente, para la eliminación de arsénico en aguas contaminadas. Del mismo modo, BHATTI y YASIR (2016), determinaron el uso del té negro de desecho como biosorbente para la eliminación y recuperación de iones Cr y Al de soluciones acuosas, los resultados que obtuvieron es del 97% de los iones absorbidos, revelando que es eficiente para la separación y recuperación de iones metálicos de agua residual.

SINGH y ASHISH (2014) estudiaron la eliminación de iones metálicos de soluciones acuosas utilizando como adsorbente la biomasa de quimbombó (planta de fruto comestible), los resultados determinaron la reducción de Cd^{+2} , Pb^{+2} , Zn^{+2} en

un 57,11; 121,51 y 273,97 mg/g utilizando el modelo de isoterma de Langmuir. Similarmente, SARGIN, ARSLAN y KAYA (2015) determinaron la capacidad de biosorción de iones metálicos (Cd, Cu, Zn, Ni) de micro perlas compuestas por quitosanos y con biomasa de algas blanquecina, los resultados demostraron que la biomasa y el alga blanquecina pueden ser utilizados en la eliminación de metales pesados.

El planteamiento se traza en un estudio bibliométrico debido a la relación existente entre la estadística y la matemática con el fin de estimar la productividad científica y obtener la matematización de los resultados para la toma de decisiones. La bibliometría es el análisis de aspectos cuantitativos de diseminación y producción y el uso de información registrada, de tal manera cuyo efecto desarrolla medidas y modelos matemáticos, que trabajan para hacer presagios y tomar dichas decisiones entorno a tales procesos (TAGUE, 1994). En consecuencia, es un proceso basado en la recuperación, búsqueda, análisis e interpretación de datos secundarios; es decir, los registrados y los obtenidos por diversos investigadores en fuentes documentales (Arias, 2006).

La aplicación de biomásas en el ambiente para la depuración de aguas contaminadas, se encuentran dentro de diversos tratamientos y métodos secundarios, por medio de procesos químicos y biológicos. La biotecnología ha llamado la atención a la comunidad científica por la multiplicidad de métodos y muestra que la interacción entre metales pesados y biomásas son factores primordiales para el ciclo biogeoquímico, ya que tiene por objetivo implementar metodología para remover, detoxificar o remover metales pesados. De acuerdo a ello, dentro del contexto se han dividido en dos áreas: bioacumulación y biosorción, la primera siendo considerada como un proceso activo de eliminación de metales pesados a través de mecanismos metabólicos implicando biomasa viva, mientras que la biosorción se basa en un proceso pasivo con mecanismos físicos y químicos, por medio de biomasa viva (MARTIN, 2008).

De acuerdo a la presente investigación, las biomásas también pueden ser empleados para remover metales pesados como el arsénico y plomo que se encuentran presentes en diversos efluentes industriales. Las minerías son fuente

principal en el vertimiento de metales pesados a los cuerpos de agua. Sin embargo, acorde a esta problemática, diferentes investigaciones buscan que la aplicación de biomاسas pueda ser utilizada de manera efectiva en la remoción de metales pesados. Pues, las biomاسas ya son aplicadas en diversos campos como en la industria, agricultura y otros, encontrándose hoy por hoy su gran efectividad para resolver diferentes problemas en dichos campos.

BEGAZO y PAREJA (2019) emplearon la cascarilla de cacao y semillas de tumbo tratados a condiciones normales. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de remoción para la biomasa de cacao con el método A (con agitación) fue de 26,47% y para el método B (sin agitación) fue 29,41%; asimismo, para la biomasa de tumbo con el método A fue de 32,35% y con el método B fue de 35,29%. Concluyeron que la biomasa más eficiente fueron las semillas de tumbo con un tamaño de partícula de >500 µm y con una velocidad de agitación de 240 rpm.

Según SUN-KOU y PINEDO (2014) evaluaron las semillas de aguaje y semillas de curuba para emplearlos como un material precursor para la preparación de carbón activado usando H₃PO₄ como agente activante para remover metales pesados como: plomo, cadmio y cromo. Los resultados se lograron utilizando soluciones con un pH mayor a 4 siendo uno de los factores primordiales que influyen en el proceso.

La aplicabilidad de biomاسas se muestra en una rama de actividades muy diversa como la industria de alimentos, agricultura y en diferentes aplicaciones ambientales. El uso de biomاسas es considerado como biotecnología, la cual se presenta como una aplicación tecnológica de sistemas biológicos, para modificar productos o procesos que en conclusión tendrá un uso específico. Actualmente existen problemas a consecuencia de las actividades antrópicas, y es de gran importancia la generación de soluciones o alternativas revolucionarias que no generen impactos de gran magnitud al medio ambiente, por ello múltiples investigaciones encuentran en la biotecnología una forma viable y eficaz a los diversos problemas ambientales (RIAÑO, 2010).

En consecuencia, emplear alternativas como mecanismos que se presentan de manera natural, las biomásas, consigue que los procesos biotecnológicos se presenten como una metodología más ecológica, aplicada y económica para el manejo de diferentes tipos de desechos (LANDA, 2010). La aplicación de biomásas focalizadas en el ámbito ambiental, para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, es considerada como una forma eficiente, ya que no genera residuos peligrosos durante y después de su aplicación. De tal manera, su utilidad se presenta como una técnica innovadora para remover concentraciones de metales pesados en aguas contaminadas.

Diversos autores, evaluaron competitivamente la biosorción de plomo y cobre por cáscaras de almendra empleando un sistema agitado por lotes y un sistema constante, asimismo, utilizaron el modelo Sips teniendo como resultado que las capacidades máximas de biosorción obtenidas para Pb y Cu fueron aproximadamente de 13,7 mg/l y 9,0mg/l respectivamente. También plantearon métodos fisicoquímicos como precipitación electroquímica, ultra fijación, cambio iónico y ósmosis inversa para su eliminación de los efluentes industriales, tuvieron como resultado la eliminación con un pH 6 - 10, velocidad de flujo de 3 ml/min y 0,1 de absorbente (RONDA et al. 2012; KAZEMIPOUR et al. 2007).

BULUT y TEZ (2017) estudiaron el comportamiento de adsorción de As, Cd y Pb con las cáscaras de naranja y tuna guajira en aguas residuales, demostraron que la adsorción era eficiente y eco amigable. Asimismo, PEHLIVAN et al. (2009) compararon los fenómenos iónicos y físicos para la adsorción de As y Pb con un experimento por lotes, demostrando una capacidad de adsorción de 28,18 y 8.08 mg/l respectivamente.

La finalidad de estos biomateriales es reducir y/o eliminar los contaminantes de las aguas residuales y superficiales, reemplazando los materiales empleados inicialmente para tratar los residuos acuosos, mejorando la eficiencia, reduciendo costos de proceso y de implementación. Estos materiales tienen diversas ventajas, como bajo costo, permiten la separación selectiva de los componentes principales y no emiten químicos tóxicos al final del proceso, además de ser una fuente renovable y de gran abundancia (HALYSH et al. 2018).

Los **metales pesados**, según AZCUE y MAS (1993) se llama de forma genérica a un grupo de elementos químicos que se les atribuye diversos efectos de contaminación y toxicidad. De los elementos químicos conocidos por el hombre, 84 de ellos son metales y es frecuente su presencia en el ambiente, teniendo en cuenta que son componentes naturales. La Tabla 1 muestra los principales metales altamente tóxicos en dosis pequeñas, debido a su presencia en los seres vivos.

Tabla 1. Metales con impacto perjudicial sobre el medio acuático (Marqués, 2000)

METALES TÓXICOS			
Zinc	Selenio	Estaño	Vanadio
Cobre	Arsénico	Bario	Cobalto
Níquel	Antimonio	Berilio	Talio
Cromo	Molibdeno	Boro	Teluro
Plomo	Titanio	Uranio	Plata

El impacto ambiental que produce cada metal es variado y pueden encontrarse en diversos compuestos como suelo, agua y aire, posteriormente de haber sido liberado por las diversas industrias que utilizan los metales entres sus actividades. El plomo es un metal tóxico y generalmente se presenta de forma natural en la corteza terrestre, se propaga fácilmente a través de los sistemas acuáticos superficiales y aguas subterráneas, a causa de su alta solubilidad en aguas. Por lo tanto, para eliminar o reducir arsénico y plomo, de residuos líquidos y sólidos, se han desarrollado diversos mecanismos físicos y químicos como adsorción, reducción y precipitación química, ósmosis inversa, intercambio iónico, electrodiálisis, entre otros (LANDAZRI, SOTO y LOANGO, 2017).

Por lo mencionado, HO, ZHU y CHANG (2017) investigaron la importancia de la eliminación de metales pesados (Pb, Cd, As) con biochar “verde” a partir de desechos agrícolas aplicando mecanismos de biosorción, donde obtuvieron resultados eficientes ya que tuvo un uso sostenible al medio ambiente. Del mismo modo, PEER (2015) investigó la eliminación de los contaminantes metálicos con un tratamiento pasivo de drenajes de mina ácida y aguas residuales, para determinar si el enfoque

de tratamiento era aplicable a una gama más amplia de componentes de metales pesados descargados en el drenaje de mina Cerro Rico - Potosí. Tuvo como resultado que el sistema de tratamiento pasivo disminuyó en las concentraciones para contaminantes metálicos disueltos y totales como el Al, Mn, Zn, Cd, Cr, Cu, La y Pb.

Otros autores estudiaron el empleo de la corteza de plátano como tratamiento para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas, y los resultados determinaron que el Pb tuvo un mayor porcentaje de retención en un promedio de 58,2 % a una concentración de 10 g/L, a diferencia del Cr (GARCÍA, 2016; CASTRO, 2015).

Las altas concentraciones de metales pesados presentan consecuencias a la salud, al ser inhaladas tienen efectos cancerígenos y no cancerígenos. Los efectos cancerígenos de mayor consideración son: el cáncer nasal y cáncer de pulmón. Mientras que, los efectos no cancerígenos son irritación de nariz y síntomas alérgicos. Por otra parte, cuando se ingiere o se manipula dichos metales tóxicos se tiene efectos como cáncer en los riñones, en el hígado y en los huesos (OMS, 2015).

Las tecnologías de tratamiento de aguas con metales pesados, primordialmente emplean métodos físicos y químicos, ya que son los que producen variaciones en la calidad del agua mediante aplicaciones de reacciones químicas y fuerzas físicas (FERRER et al., 2005). También existen tecnologías innovadoras que sugieren el uso de biomásas para la eliminación de metales pesados como: precipitación química, coagulación-floculación, sedimentación, filtración por membranas, cambio iónico, biorremediación y adsorción.

Los **procesos de adsorción** son ampliamente empleados para la eliminación del agua de compuestos peligrosos, tales como metales pesados y diversos compuestos orgánicos, etc. En el caso de los metales pesados, como el arsénico, plomo, cobre, zinc o cromo, su toxicidad, incluso en bajas concentraciones, y su ausencia de biodegradabilidad, los hace peligrosos, ya que se va incrementando por su acumulación en el medio ambiente a través de la cadena trófica (BAYO et al., 2012).

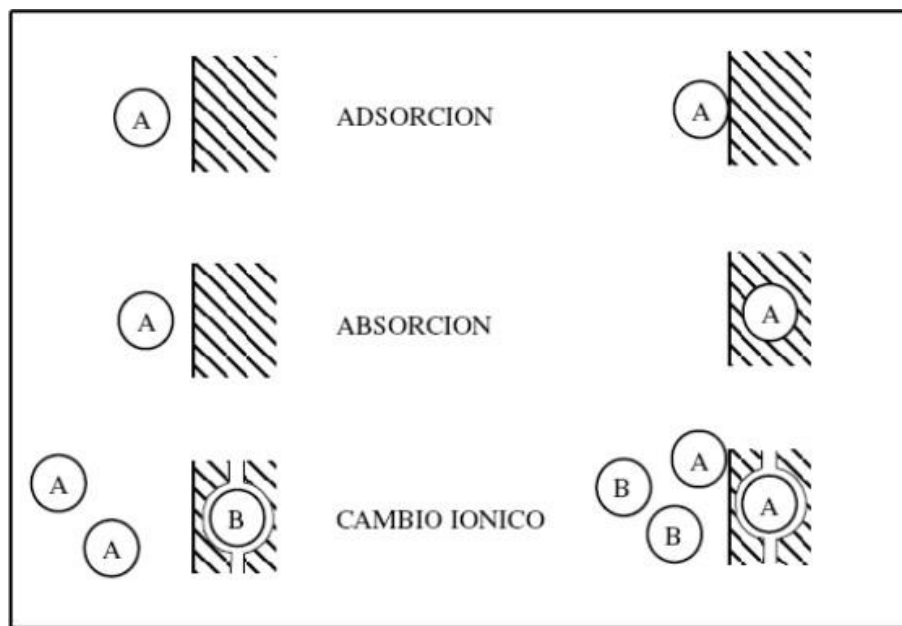


Figura 2. Proceso de retención de contaminantes mediante adsorción, absorción y cambio iónico

La **adsorción** es la interacción superficial entre un elemento (adsorbato) y una fase sólida (adsorbente). Como resultado, el metal pesado queda retenido superficialmente en el elemento utilizado para su eliminación, generalmente los tipos de adsorbentes naturales. La **absorción**, constituye de un proceso en que los átomos de una fase interpenetran casi equitativamente en los de la otra fase, estableciéndose una disolución. Por el contrario, como ya se ha observado, en el **intercambio iónico** se establece una variación de una sustancia por otra sobre la superficie del sólido (APPELO y POSTMA, 1993).

PALANIVEL et al. (2010) investigaron la adsorción de zinc utilizando biomasa viva, muerta y seca para eliminar contaminantes pesados en soluciones acuosas, y determinaron la eficiencia en un tiempo de 4,5 h con un pH 6 y una temperatura de 40° óptimo, concluyeron en que la adsorción fue alta en un 80 - 90% de zinc. Asimismo, SARABIEET y DINESH (2005), CHANDRA et al. (2002) investigaron la biomasa derivada de plantas, microbios y la biomasa vegetal para la adsorción de metales pesados altamente tóxicos, la cual demostraron con los estudios de biosorción la eliminación en un mayor plano de plomo y zinc en concentraciones menores de 250 ppm.

Diversos autores, establecieron sus resultados de la eficiencia del biosorbente empleando SHM para la limpieza del agua de dos drenajes que emana del espectrofotómetro de adsorción atómica (fuente de radiación que desprende una línea característica necesaria para realizar una transición en las moléculas de dicho elemento examinado), dichas cantidades de iones Pb, Cu, Fe y Cr fueron reducidas en un promedio de 97, 87, 80 y 81%, respectivamente. Tuvieron como conclusión que, en el estudio el uso de la biomasa seca con álcali eliminó los iones metálicos (FOROUTAN, 2017; AHMAD, 2017; SOSTARIC et al. 2018).

QIN et al. (2019) y ZHANG et al. (2020) presentaron tres métodos para la adsorción de metales pesados comparándolos sistemáticamente con el tratamiento de humificación hidrotérmica, la cual demostraron la eficiencia ambiental y económica utilizando biomásas en combinaciones químicas y biomásas múltiples que indicaron la disminución de zinc (de 0,98 a 0,15 mg/g) y plomo (de 1,42 a 0,067mg/g).

MOREIRA et al. (2016) examinaron la eficiencia de adsorción del bagazo de pedúnculo anarcado (nuez) para la eliminación de iones multimetálicos e individuales de efluentes sintéticos, utilizaron un método elemental en el porcentaje de saturación y demostraron un 100% de restauración de iones metálicos, tuvieron como resultado una disminución en el proceso de regeneración del adsorbente en las eficacias de eliminación a 42% (Cu²⁺), 80% (Pb²⁺), 71% (Cd²⁺), 95% (Ni²⁺) y 64% (Zn²⁺) respectivamente.

Diferentes autores estudiaron la influencia de variables como el pH, tiempo de contacto y los parámetros de las isothermas en el proceso de adsorción. Cuyos valores más altos para la capacidad de adsorción se hallaron a un pH igual a 4,5 para Pb²⁺ y un pH igual a 5 para Ni²⁺ respectivamente; lo cual les permitió estimar la capacidad de adsorción de metales para soluciones mono y biocomponentes, a diferencia de lo encontrado en la literatura (DA SILVA, 2018; BRIZI et al. 2019; NWOKWEN et al. 2018; RANGABHASHIVAN, 2019).

SARAG y KAREEM (2009) determinaron los subproductos agrícolas en especial la mazorca de maíz, y utilizaron el método de laboratorio por lote para investigar el potencial de la adsorción del plomo por biomasa modificada. Los resultados de la unión de las tres biomásas obtuvieron una capacidad para eliminar Pb +2 de

soluciones contaminadas en un porcentaje mayor. Asimismo, SHAFAGAT et al. (2019) evaluaron el potencial de adsorción de cáscara de almendra y biochar de cáscara de almendra para la eliminación de As (III) y As (V) de una solución acuosa contaminada. El resultado que obtuvieron fue la capacidad máxima de adsorción de As del 25%, siendo un 4,6 mg/l de 5 mg/l.

Debido a la gran cantidad de artículos relacionados con el uso de biomásas para remover metales pesados en aguas contaminadas, se propone un análisis bibliométrico para retratar las tendencias de investigación global dentro de este ámbito. Los métodos bibliométricos emplean diferentes técnicas estadísticas de conteo bibliográfico para cuantificar y evaluar el desarrollo de la literatura sobre un tema en específico (TSAY 2008; ABEJÓN et al. 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación sobre el análisis bibliométrico de la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas fue de enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) manifiestan que el enfoque cuantitativo se basa en dichos datos recolectados que tienen como base las mediciones numéricas y análisis estadísticos con el fin de determinar las interrogantes del proyecto; del mismo modo la aceptación o el rechazo de las hipótesis planteadas. Por otro lado, VARGAS (2009), declara que la investigación aplicada aprovecha el uso de los conocimientos obtenidos por la investigación teórica o básica para la solución de dificultades inmediatas y tiene como finalidad atribuir respuestas a diversos problemas designados frente al investigador con el objetivo de hallar una solución competente.

La presente investigación sobre el análisis bibliométrico de la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, fue de diseño no experimental y nivel descriptivo. El diseño no experimental no realiza alteraciones deliberadas en las variables, pues, los fenómenos son examinados según como se manifiesten en su contexto natural, realizando una descripción o análisis de las variables en estudio y la relación que existen entre variables, de tal manera que el investigador no realiza variación alguna (ESCOBAR et al., 2018). Las investigaciones de nivel descriptivo, llamadas también investigaciones estadísticas, se centran en la descripción de datos y caracterización del fenómeno en estudio o población (VALLE, 2009).

3.2. Variables y operacionalización

Debido a que la presente investigación desarrolla el análisis bibliométrico, se trabajó tanto con la variable independiente como la variable dependiente, siendo presentado a continuación,

- ✓ **Variable Independiente:** Análisis bibliométrico sobre el uso de biomásas
- ✓ **Variable Dependiente:** Remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas

En el Anexo 3 se muestra la matriz de operacionalización de dichas variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Según IKERT y FUENTES (2006), mencionan que una población es el conjunto o agrupación de individuos que cuentan con propiedades y características que son las que se pretende estudiar. En la presente investigación la **población** corresponde a todos los estudios que se realizaron sobre la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, en total fueron 2135 investigaciones.

Según HERNÁNDEZ (2001), define que una muestra es una parte característica de una población o conjunto, cuyas peculiaridades deben multiplicarse lo más aproximado posible. La **muestra** para la presente investigación fueron aquellos estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, siendo un total de 603 investigaciones.

La presente investigación utilizó como técnica de **muestreo** el análisis bibliométrico, esta técnica aplica a modelos estadísticos teniendo presente márgenes de error, destinadas a cuantificar resultados de diferentes autores para lograr conclusiones objetivas (DICKERSIN, 1992).

La **unidad de análisis** de la presente investigación es cada artículo de la muestra que contenía la información sobre la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA 2014).

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la presente investigación correspondió a un análisis bibliométrico, la cual nos permitirá de forma objetiva la interrogante planteada como problema general. Por ello se realizó el análisis bibliométrico, el cual permite estudiar estadísticamente la base de datos para aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

Los **instrumentos** de recolección de datos para esta investigación se consideró mediante tablas que reúnen la información necesaria de diversas informaciones y luego efectuar el análisis bibliométrico, las tablas se muestran en los resultados.

Los instrumentos consistieron en cuatro fichas de recolección de datos:

- Ficha 1 características de los estudios incluidos en el análisis bibliométrico
- Ficha 2 características fisicoquímicas del efluente
- Ficha 3 condiciones operacionales de las biomásas
- Ficha 4 porcentaje de remoción de arsénico y plomo

En el Anexo 2 será detallado los instrumentos de recolección de datos.

La validación del instrumento consiste en la medición de la autenticidad del procedimiento por medio de diversas pruebas, los expertos se basarán en su criterio ya que poseen un punto de vista apropiado acerca del tema. Esto quiere decir que una de los conocimientos experimentales y dispone los resultados que van conforme a los requisitos de método científico. Esto permite que los instrumentos puedan medir una de las variables de estudio (CORRAL, 2011).

A continuación, en la Tabla 2 se realizó a través de la calificación de expertos, quienes ejercieron una valoración respectiva en base a sus conocimientos.

Tabla 2. Promedio de validación de juicios de expertos

Expertos	Especialidad	Porcentaje de validación		
		F1	F2	F3
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Tecnología Ambiental y Mineral	90%	90%	90%
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Ingeniero Mecánico de fluidos	90%	90%	90%
Dr. Acosta Suasnabar, Esterio Horacio	Ingeniero Química y Ambiental	90%	90%	90%
Promedio de Validación		90%		

La confiabilidad permite que diversos investigadores ejecuten el mismo proceso con las mismas condiciones y puedan obtener resultados idénticos. Así mismo permite que la hipótesis de investigación adquiera una aceptación científica (LANDI, 2016).

3.5 Procedimiento

Para el desarrollo de la investigación se presenta una revisión bibliométrica y en base de datos multidisciplinar de Scopus y Web of Science de enero del 2010 hasta septiembre del 2020, abordando el escenario reciente de investigación científica sobre la aplicación de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, como alternativa eficiente y sostenible a los tratamientos convencionales.

A continuación, en la Figura 3 se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración para el estudio bibliométrico.

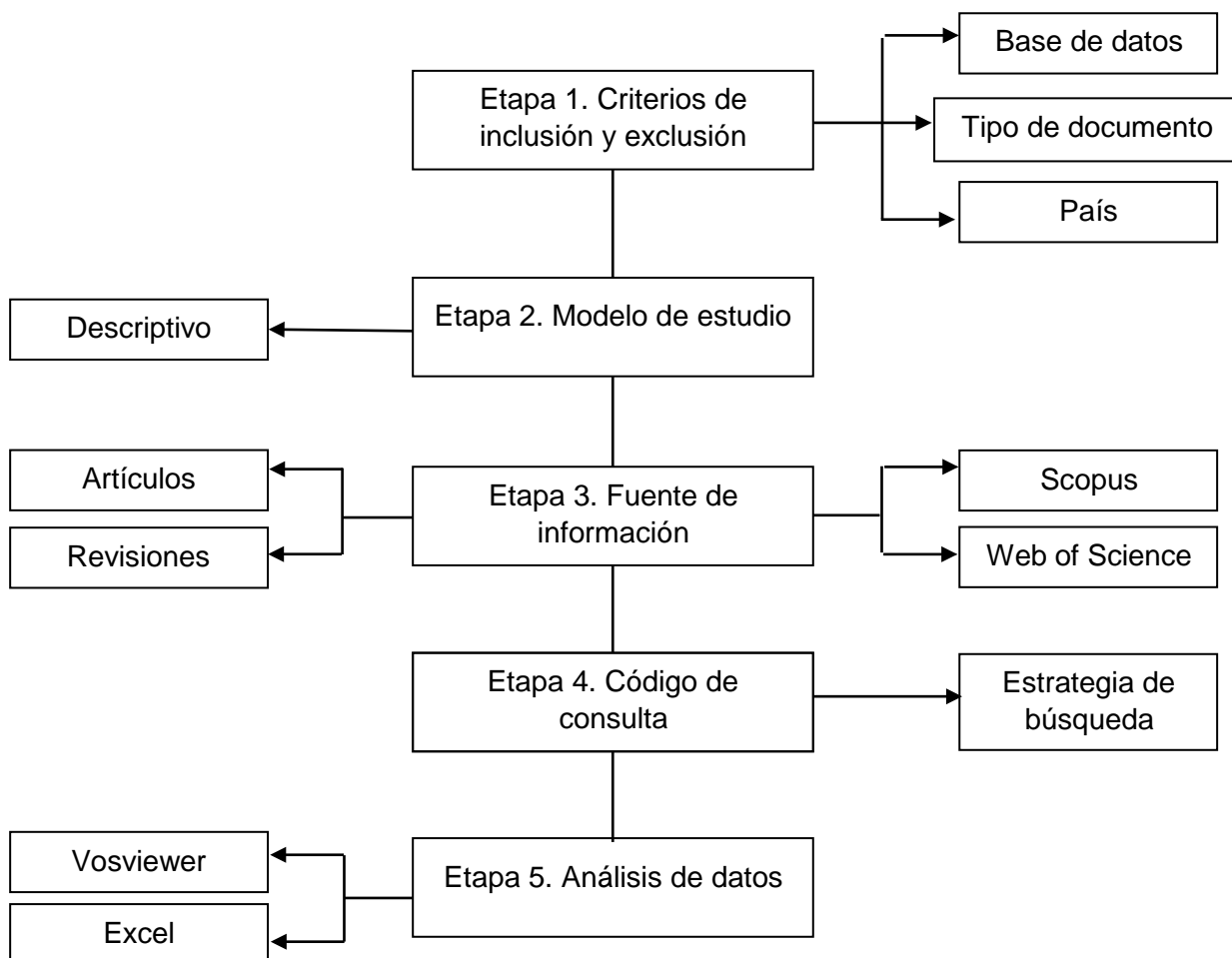


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración para el estudio bibliométrico

3.5.1 Criterios de inclusión y exclusión

Para llevar a cabo el análisis bibliométrico se tuvieron en cuenta estudios longitudinales observacionales con información de biomásas y remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.

Las investigaciones incluyeron la remoción de otros metales pesados o contaminantes en aguas y se analizaron en cuenta solo en caso de que los datos de arsénico y plomo hayan sido recolectados por separado. Así mismo, las investigaciones realizadas en aguas contaminadas de diferente origen (residuales o superficiales), de tal manera como diversos cuerpos de agua (lagos, ríos, lagunas, etc.) que estén contaminadas con arsénico y plomo también fueron incluidas. Investigaciones que evaluaban la efectividad de las biomásas en comparación con otros métodos para la remoción de metales pesados en otros medios (plantas, suelo, etc.), investigaciones realizadas en ambientes controlados, investigaciones cuya contaminación de arsénico y plomo no excedan los estándares de calidad, las investigaciones con datos insuficientes y artículos de opinión fueron excluidos.

Con respecto a la fecha de publicación de las investigaciones, se procuró que estas sean en un periodo entre 2010 – 2020, aunque las investigaciones que superaron ese límite de periodo se tomaron en cuenta en caso de cumplir con las especificaciones para la presente investigación.

3.5.2 Modelo de estudio

Este es un estudio bibliométrico descriptivo sobre la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, realizado a través de la búsqueda de información publicada en bases de datos relacionadas con la ingeniería y el medio ambiente.

Se empleó el método bibliométrico para analizar las citas de las publicaciones sobre el tema en estudio. Este método permitió procesar una gran demanda de datos bibliométricos y determinar la evolución de un campo tan importante de investigaciones como es la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo (SUN y CA, 2020).

3.5.3 Fuente de información

Para la presente investigación los datos se obtuvieron de la base de datos Scopus y Web of Science (WoS). Scopus la base de datos electrónica científica más grande, para recuperar artículos relacionados y presentar los resultados como tablas bibliométricas y mapas (SWEILEH et al., 2016). WoS es un servicio integrado de indexación de citas científicas digitales publicado por Reters. Facilita acceso a múltiples bases de datos de disciplinas científicas y académicas, especialmente en ingeniería, ciencias naturales e investigación biomédica (MONGEON y PAUL-HUS, 2016).

En el estudio se registraron los artículos de investigación y de revisión. Como artículos de investigación se examinaron aquellos que aportan resultados propios, que han sido sometidos a evaluación por científicos y que muestran la estructura característica de introducción, métodos, resultados, discusión y referencias.

3.5.4 Código de consulta

De acuerdo a los documentos de referencia de cómo gestionar o elaborar un estudio bibliométrico, se estableció para la búsqueda utilizar frases relacionadas con remoción, adsorción y sorción. Esta búsqueda fue seguida por la exclusión de todos los términos que no pertenecen al campo de la tecnología de agua o la química, tal como agricultura y medicina principalmente.

Para garantizar aún más en la precisión (cantidad de documentos relevantes respecto al total de elementos recuperados), los autores revisaron manualmente al azar una muestra de 200 por cada base de datos, de los artículos excluidos para afianzar la precisión de la consulta de búsqueda. De tal forma, en la Tabla 3 se emplearon los tesauros de la UNESCO, para llevar a cabo la búsqueda de información en las diversas fuentes.

Tabla 3. Estrategia de búsqueda

CRITERIOS DE BÚSQUEDA		
Base de datos	Scopus	Web of Science
Cadena de búsqueda	TITLE-ABS-KEY ("lead removal" and biomass) AND DOCTYPE (are OR re) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021 TITLE-ABS-KEY ("arsenic removal" AND biomass) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021 TITLE-ABS-KEY ("zinc removal" and biomass) AND DOCTYPE (are OR re) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) TITLE-ABS-KEY ("surface water" AND (removal OR adsorption OR treatment) AND (biomass)) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021	TITLE-ABS-KEY ("surface water" or "wastewater" and lead and (removal or adsorption or treatment) and (biomass)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "re")) TITLE-ABS-KEY ("wastewater" AND zinc AND (removal OR adsorption OR treatment) AND (biomass)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021 TITLE-ABS-KEY ("surface water" AND lead AND (removal OR adsorption OR treatment)) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2021
Periodo de publicación	Enero del 2010 hasta septiembre del 2020	Enero del 2010 hasta septiembre del 2020
Palabras claves	Removal, biomass, arsenic, surface water, adsorption, wastewater, biosorption, sorption	Removal, biomass, lead, surface water, adsorption, wastewater, biosorption, treatment, sorption
Áreas	Engineering, Agricultural and Biological Sciences, Environmental Science	Engineering, Agricultural and Biological Sciences, Environmental Science
Tipo de documento	Artículos y Review	Artículos y Review
Idioma	Inglés	Inglés

3.6 Análisis de datos

Se extrajo la información de WoS en formato txt y de Scopus en formato csv.

Los análisis y gráficos de los datos se llevaron a cabo mediante la exportación de datos de Scopus y WoS a Microsoft Excel. Los mapas de visualización de la densidad y el análisis de grupos se llevaron a cabo utilizando la herramienta VOSviewer (TAPIA, PACHECO, et al. 2020).

- Análisis de datos con software VOSviewer

Vosviewer es un programa de ordenador disponible a un acceso abierto, está diseñado principalmente para ser empleado en el análisis de redes bibliométricas, puede servir para crear mapas de publicaciones, revistas o autores sobre la base

de una red de co-citación, o para crear mapas de palabras claves basadas en una red de co-ocurrencia; además, brinda un visualizador que permite analizarlos con todo detalle, consagrando la posibilidad de exhibirlos de diversos modos, cada uno enfatizando algún aspecto (Moral, Muñoz, et al. 2020). La herramienta Vosviewer fue desarrollada en el *Centre for Science and Technology Studies* para la visualización de redes bibliométricas (VAN ECK y WATMAN, 2010).

En el mapa visual de Vosviewer, cada círculo representa un término, fuente y tamaño representan la actividad del término. Cuanto más grande o extenso sea el círculo, más activo será el término en el campo y viceversa. El intervalo entre dos términos cualesquiera en el diagrama representa el grado de asociación entre los términos. Cuanto menor sea el intervalo del círculo entre los dos términos, más sólido será la correlación entre los dos términos y viceversa.

3.7 Aspectos éticos

El presente informe de investigación titulado “Análisis bibliométrico de la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas” se desarrolló en base a los principios de ética profesional rindiendo resultados certificados y comprobados, bajo el cumplimiento de la resolución del consejo universitario N° 0313-2017/UCV, que decreta el reglamento para la correcta investigación y se dispuso a la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV que detalla el código de ética, y por ende, se siguieron los lineamientos establecidos por la Guía de Productos de Investigación para la correcta redacción y estructura.

Asimismo, se respetó el derecho de autenticidad de los autores, citándolos de acuerdo a la norma ISO 690. Por consiguiente, la presente investigación pasó por el programa especializado Turnitin, cuya finalidad es la protección intelectual del autor.

IV. RESULTADOS

A continuación, en la Figura 4 se presenta el diagrama de flujo del proceso de obtención de los resultados de las investigaciones incluidas para el estudio bibliométrico:

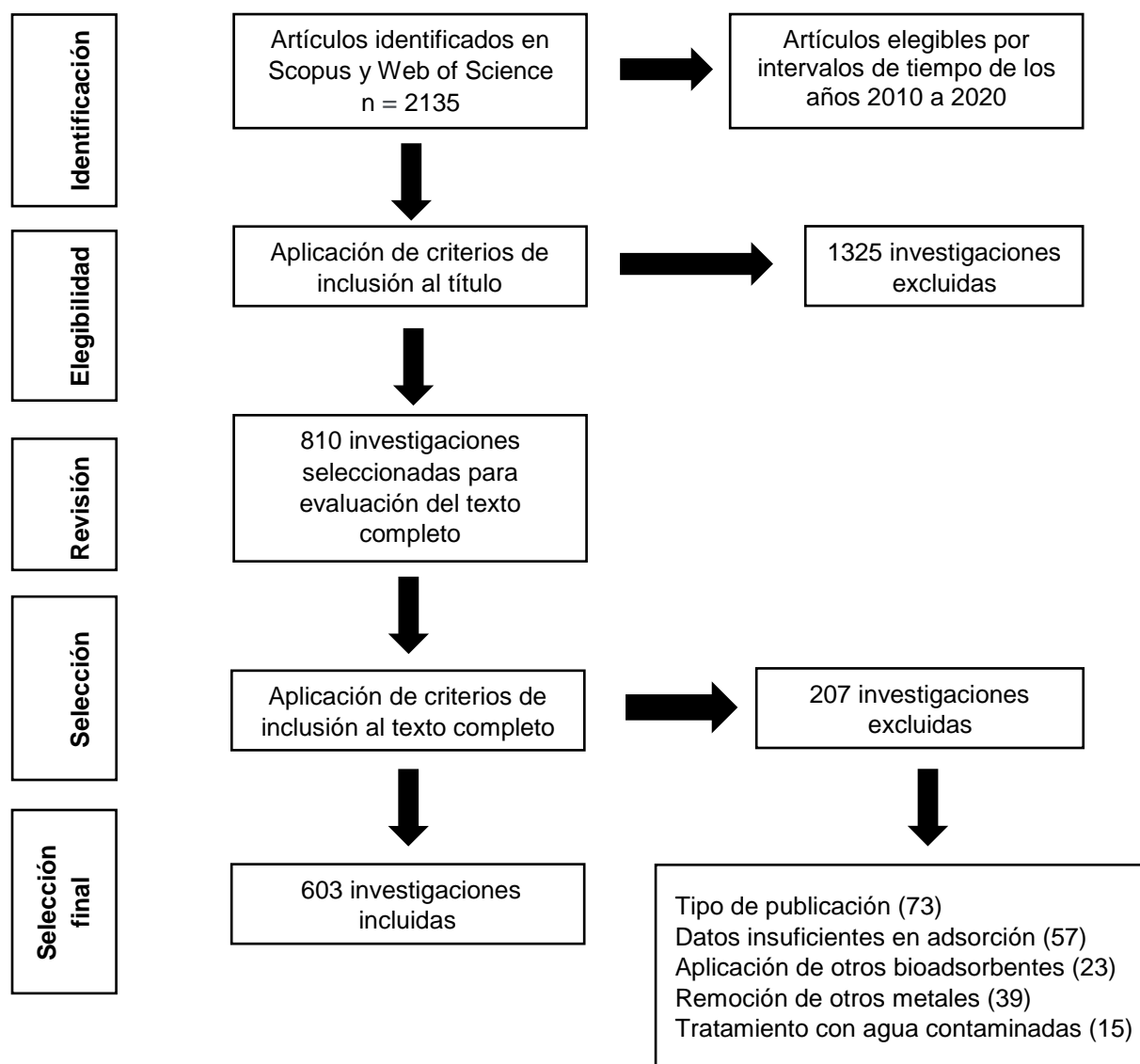


Figura 4. Proceso de obtención de investigaciones incluidas para el estudio bibliométrico

Descripción de cada estado del proceso de obtención de investigaciones para el estudio bibliométrico:

- Todos los documentos posiblemente relevantes se obtuvieron de las diferentes fuentes de información confiable, tales como Scopus y Web of Science. Por consiguiente, se efectuó de acuerdo a las estrategias de búsqueda dando un total de 2135 investigaciones.
- Los documentos fueron evaluados de acuerdo a los criterios de inclusión en el título. En relación a la fase de elegibilidad se obtuvo un total de 1325 investigaciones excluidas, las cuales fueron aisladas de la primera fase.
- De acuerdo a los criterios de inclusión aplicados, fueron asumidas 810 investigaciones, volvieron a ser retribuidas a los criterios de inclusión, pero en esta situación a texto completo.
- Se aplicó los criterios de inclusión a texto completo de las 207 investigaciones. En relación a la fase de selección se adquirió un total de 207 investigaciones excluidas. Cuyos factores fueron: Tipo de publicación (n=73), datos insuficientes en adsorción (n=57), aplicación de otros bioadsorbentes (n=23), remoción de otros metales que no incluían arsénico y plomo (n=39), tratamiento con agua contaminadas (n=15).
- Se adquirió un total de 603 investigaciones, luego de aplicar los criterios de inclusión.

En la Figura 4, se manifestó de forma clara y resumida la búsqueda de estudios relevantes, señalando la cantidad de investigaciones excluidas y de aquellas investigaciones que posteriormente fueron incluidas tras aplicar dichos criterios, de tal modo que elimina las redundancias que se presentaron por el uso de diferentes bases de datos. De todos los estudios hallados, 603 cumplieron con las condiciones de inclusión establecidos. Del mismo modo, todos fueron publicados en su totalidad. En su gran mayoría las investigaciones estaban redactadas en inglés, por lo que se tuvo que traducir cada una de ellas para adquirir los datos.

Tabla 4. Características de los estudios incluidos en el estudio bibliométrico – Scopus y Web of Science

Tipo de biomasa	Condiciones operacionales					% Eficiencia de remoción	País	Referencias
	Especie	Concentración (mg/L)	Tiempo	Temperatura (°C)	pH			
Lodo de cal y cenizas de caldera	Pb	80 mg/L	45 min	Ambiente	5	96	República de Corea	STHIANNOPKAO y SREESAI, 2009
Cascarilla de arroz	Pb,	60 mg/L	2 h	Ambiente	6 a 7	67,91	Egipto	AHMED, 2013
Vermiculitas	Pb,	80 mg/L	2 h	Ambiente	3,86	99,1	Turquía	HIKMET, et al, 2014
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pb,	-	3 h	Ambiente	4,84	Capacidad de sorción 26,32 mg/g Pb	África del Sur	MAHAMADI y NHARINGO, 2010
Jacinto de agua seca-raíces	Pb,	5,0 mg/L	12 h	Ambiente	5	90	Egipto	IBRAHIM et al., 2012
Cáscara de plátano	As,	26,43 mg/L	18 h	Ambiente	-	Capacidad de sorción 12,34 mg/L	Canadá	CCENCHO, 2018

<i>Sorghum bicolor</i>	As Pb	10 g	24 h	26° – 28°	-	79, 98	Irán	CHAI et al., 2014
<i>P. australis</i> y <i>T. laifolia</i> en microcosmos	Pb	3 a 7,2 mg/L	14 días	Ambiente	9 - 11	61	India	KUMARI y TRIPATHI, 2015
Cáscara de nuez	As Pb	151,5 mg/g	24 h	25° – 30°	5,5 a 6,5	100.9 mg/g	India	ZABIHI, HAGHIGHI y AHMADPOUR, 2010
<i>Aspergillus niger</i>	As	1 g de biomasa modificada	24 h	28°	6	89	México	SANTOS, VARGAS y CÁRDENAS, 2017
<i>C. Chrysogenum</i>	As	300 mg/L	8 h	25°	4	74,5	Pakistán	FAROOQ et al., 210
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	As	-	60 min	Ambiente	7	88	China	JIANLONG y CAN. 2016

<i>Bacillus thuringiensis</i>	As	10,94 mg/L	6 h	37°	7	75	Malasia	WAHID et al., 2019
Cáscara de frijol	As	52,75 µg/l	17 h	Ambiente	5	78,9	Perú	TRELLES, 2013
Cebada	As	62,75 µg/l	16 h	Ambiente	5	74,9		
Cáscara de cacao	As	83,25 µg/l	45 min	Ambiente	5	66,6		
Semillas de eucalipto	As	500 ml	120 min	Ambiente	6	70,3	Perú	AGUIRRE, 2107
Microalga <i>Chlorella</i>	As	0,119 mg/L	16 días	Ambiente	5	79	Perú	BARTRA, 2019

En el presente estudio bibliométrico se revisaron 603 investigaciones publicadas entre enero de 2009 hasta septiembre del 2020. El número total de biomásas empleadas en las investigaciones incluidas fueron de 603. La eficiencia del porcentaje de remoción de arsénico y plomo se encontraron en un rango de 45% - 100%, con una media de eficiencia de 72.5%. Las investigaciones fueron desarrolladas en 5 países diferentes: Pakistán, India, Irán, China y EE. UU.

De las seiscientas tres investigaciones incluidas, prevalecieron las investigaciones procedentes de China, siendo un total de ciento dieciocho. Del total de investigaciones incluidas, la gran mayoría de autores manifestaron que las biomásas logran remover los contaminantes en valores mayores al 40%, esto se da en base a las condiciones operacionales. Todas las investigaciones incluidas presentan valor de temperatura, pH, tiempo y concentración para la aplicación de biomásas.

A continuación, en la Figura 5 se presenta el número de documentos en base a los metales pesados (arsénico y plomo) en Scopus y Web of Science, en relación a la aplicabilidad de biomásas para la remoción de metales en aguas contaminadas.

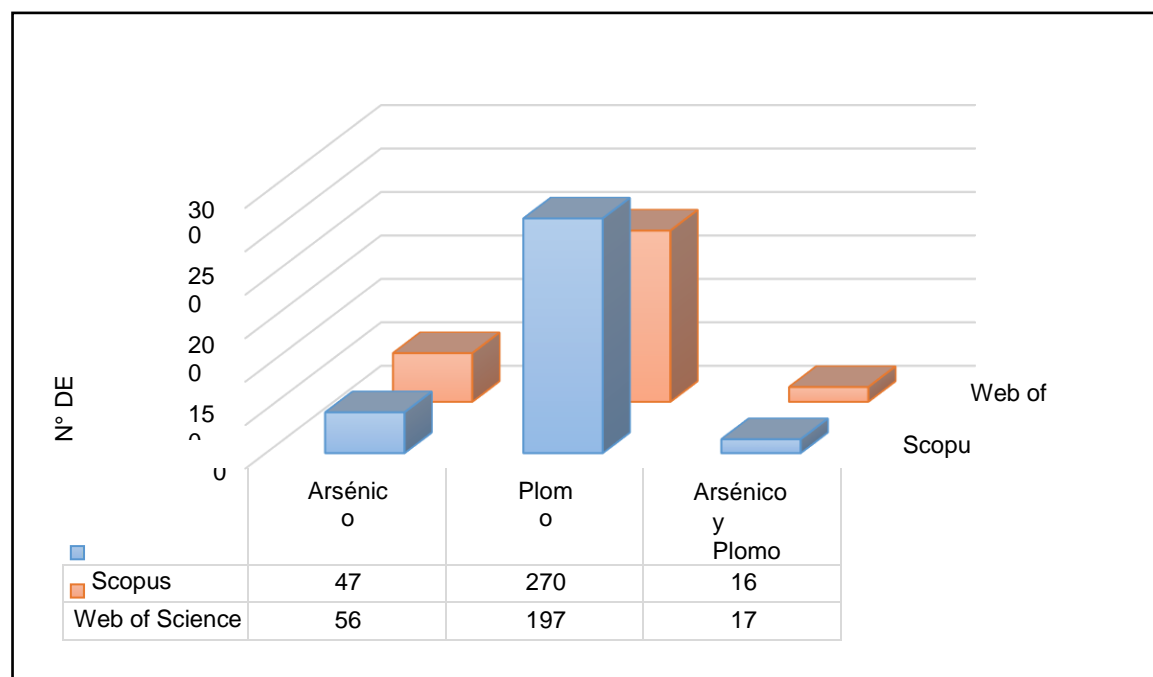


Figura 5. Número de documentos por cada metal en Scopus y Web of Science

4.1 Comparación de cobertura de documentos

En la Figura 6 se presenta la superposición de los documentos científicos de las bases de datos Scopus y Web of Science.

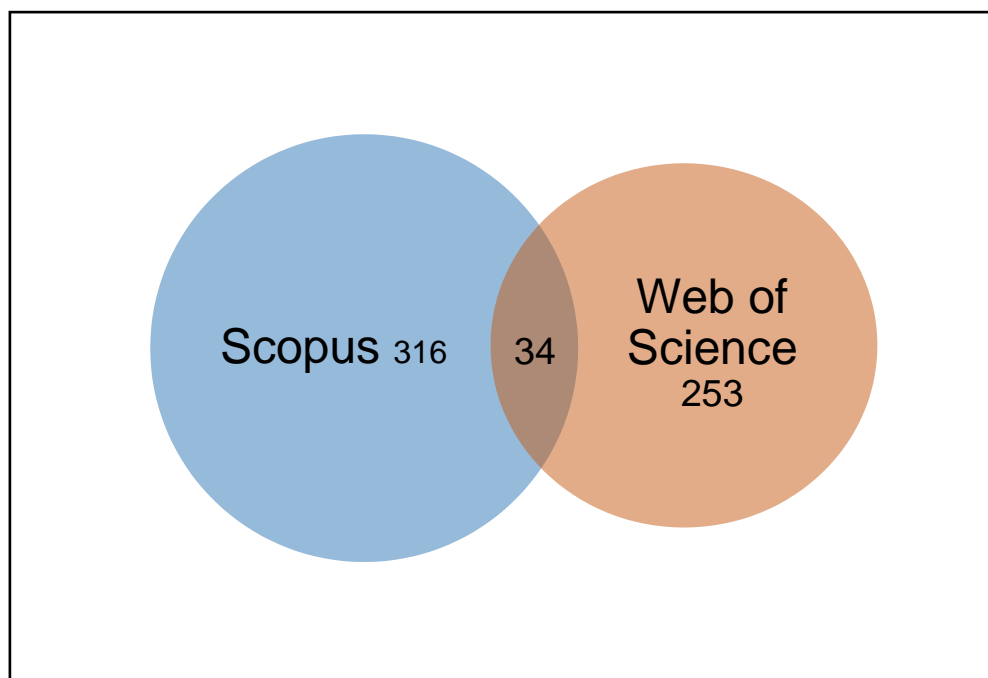


Figura 6. Superposición de artículos y revisiones científicas de Scopus y Web of Science

Se identificaron el total de documentos científicos indexados en ambas bases de datos, siendo la base Scopus la que aporta mayor cantidad de documentos en relación a la aplicabilidad de biomásas para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas.

4.2 Tendencias generales de publicación

La tendencia de las publicaciones anuales sobre la aplicabilidad de biomásas para la remoción de arsénico y plomo se muestran en la Figura 7 y Figura 8. El uso de materias primas renovables, como las biomásas, para la producción de eliminadores de contaminantes va en aumento. Está motivado por la preocupación por el medio ambiente, lo que incentiva o estimula el desarrollo de estudios encaminados a encontrar alternativas de solución que minimicen los impactos ambientales provocados por las diversas actividades industriales.

Entre los idiomas presentes en las publicaciones, el inglés fue el más empleado, totalizando el 85% de los artículos. Se hallaron otros tres idiomas, que son los siguientes: chino (8,56%) con el segundo porcentaje más alto, y español con (0.67%).

Estos resultados corroboran y certifican con los enumerados en la literatura, como en el estudio bibliométrico realizado por Abejón (2018), demostró el dominio del idioma inglés en las áreas de ciencias ambientales y química.

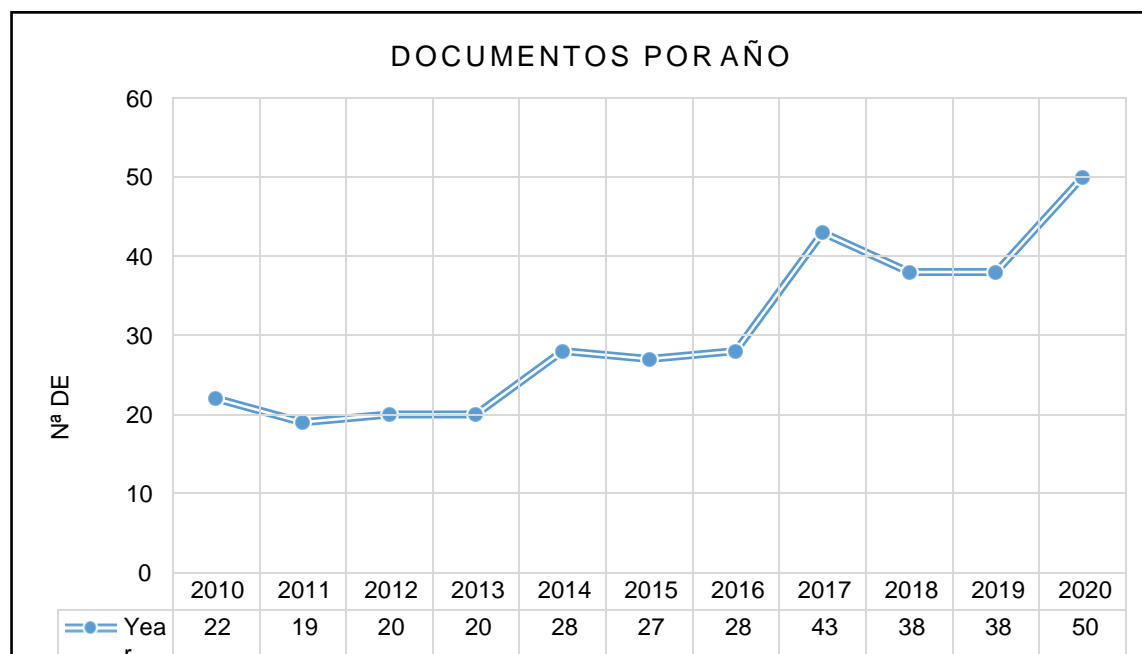


Figura 7. Tendencia anual de publicaciones en los artículos originales de Scopus.

Los resultados demuestran que las publicaciones anuales tuvieron una pequeña disminución entre los años 2011, 2012 y 2013, pero a partir del año entrante (2016), hubo un fuerte aumento en el número de documentos. En 2020, aunque la recopilación de datos se realizó a principios de año, se halló una cantidad considerable de trabajo describiendo el uso de biomásas para este propósito. Es posible suponer que existe una tendencia de crecimiento progresivo en el número de investigaciones enfocadas en el tema.

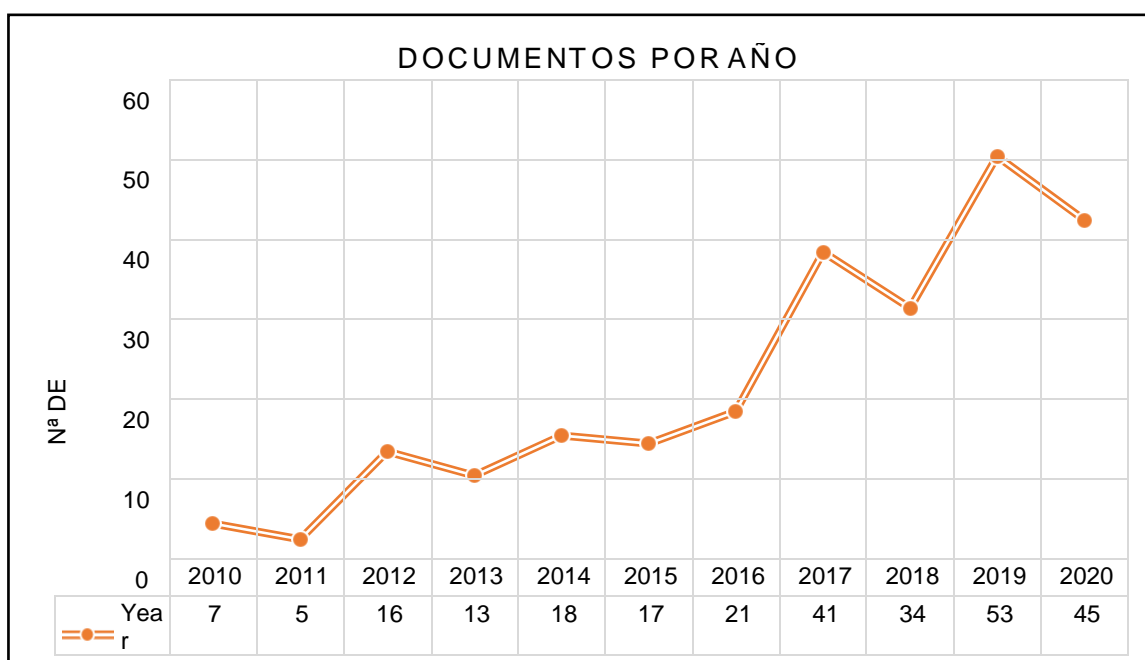


Figura 8. Tendencia anual de publicaciones en los artículos originales de Web of Science.

Los resultados demuestran que las publicaciones anuales tuvieron una pequeña disminución entre los años 2011, 2013 y 2018; pero a partir del año 2016 y 2019, hubo un fuerte aumento en el número de documentos. En 2020, aunque la recopilación de datos se realizó a principios de año, se halló una cantidad desconsiderable de trabajo describiendo el uso de biomásas para este propósito.

A continuación, los documentos científicos que se encuentran relacionados a la aplicabilidad de la biomasa para la remoción de contaminantes son presentados en la tabla 6.

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

a) SCOPUS			b) WEB OF SCIENCE		
Tipo de documento	Documentos	Porcentaje (%)	Tipo de documento	Documentos	Porcentaje (%)
Article	261	78,4%	Article	235	90,3%
Review	51	15,3%	Review	24	9,6%
Book Chaper	18	5,4%	Early Access	10	3,6%
Paper	3	0,9%	Data Paper	1	1,2%

La base de datos Scopus, los “artículos de investigación” presentan 333 artículos (78,4%) y 15,3% de revisiones. Mientras que, los Book Chaper 5,4% y Paper el 0,9%. De otro lado, la base de datos Web of Science presente el 90,3% de sus publicaciones en la categoría de “Article” seguida de “Review” (9,6%) y un menor porcentaje en “Early Access” (3,6%) y “Data paper” (1,2%), estos últimos corresponden a artículos que fueron adaptados para ser publicadas en una de las revistas de la base de datos.

Figura 9, representa el porcentaje de artículos de revisión y artículos de investigación dedicados a la aplicación de biomazas en la remoción de metales pesados en aguas contaminadas. Por lo tanto, se esperan los altos porcentajes de artículos de investigación y artículos de revisión dedicados a la aplicación de biomazas para remover contaminantes.

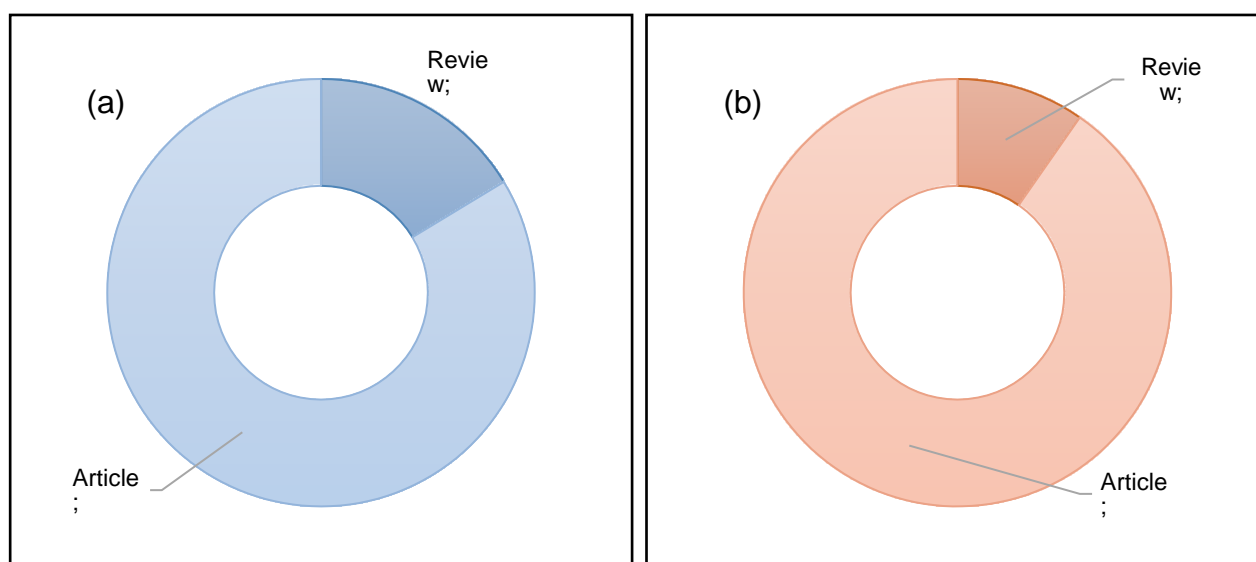


Figura 9. Porcentajes de artículos de investigación y artículos de revisión sobre la aplicación de biomazas en la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas, (a) Scopus y (b) Web of Science.

Es interesante observar el mayor porcentaje de artículos de investigación (78,4%) en comparación con los artículos de revisión (15,3%) en la base de datos Scopus dedicados a la aplicación de biomazas en la remoción de metales pesados en aguas contaminadas. Igualmente, para la base de datos Web of Science presenta

el 90,3% de sus publicaciones en la categoría de “artículos” seguida de “revisión” con un menor porcentaje del 9,7%.

4.3 Áreas de actividad

Se encontraron once áreas académicas con estudios que contribuyeron al desarrollo de investigaciones sobre el tema propuesto. En la Figura 10 y 11, se muestra el porcentaje de contribución en cada área y en cada base de datos.

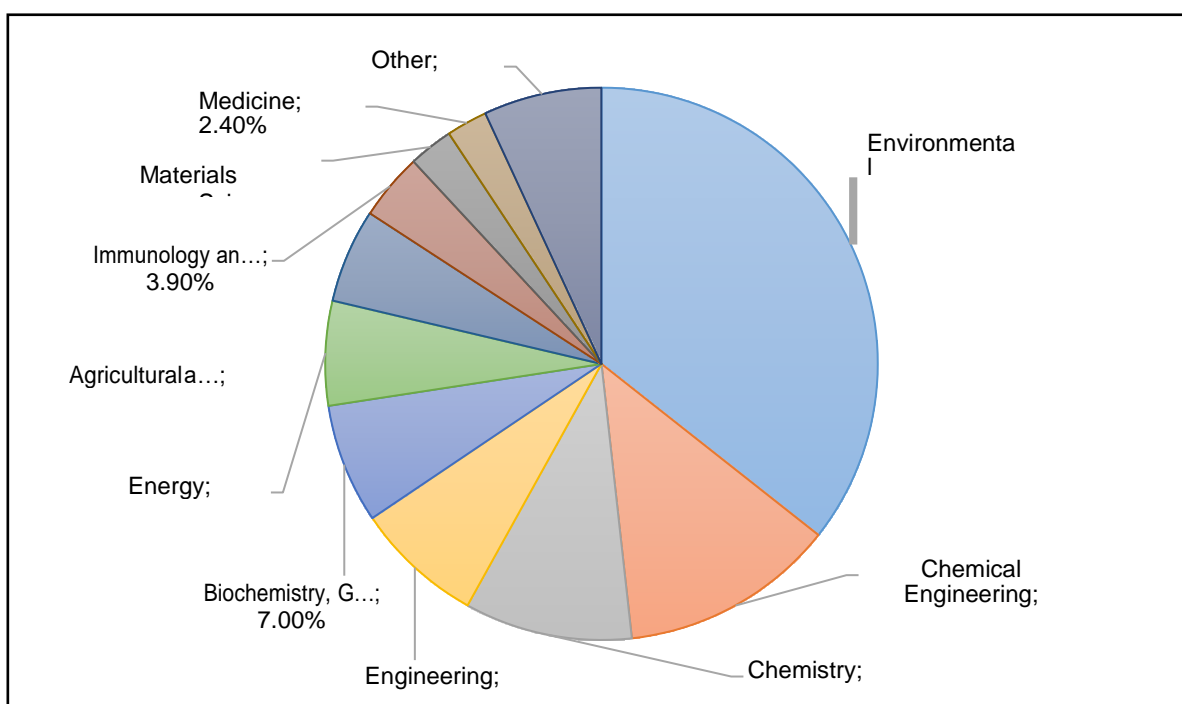


Figura 10. Representación de las 11 principales áreas académicas sobre la aplicabilidad de biomazas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas - Scopus.

Como se observa en la Figura 10, las áreas académicas destacadas fueron ciencias ambientales (35,6% del total), seguida de ingeniería química (12,6%) y química (9,8%). Áreas como la bioquímica, la genética y la biología molecular, la agronomía, la energía, la ingeniería y ciencia de los materiales han contribuido de manera significativa, con la mayor parte del trabajo dirigido al desarrollo de la investigación sobre la aplicación de biomazas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. Otras áreas representaron el 6,9% del total. Estos resultados presentan la colaboración multidisciplinar entre diversas áreas sobre la

temática abordada: aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.

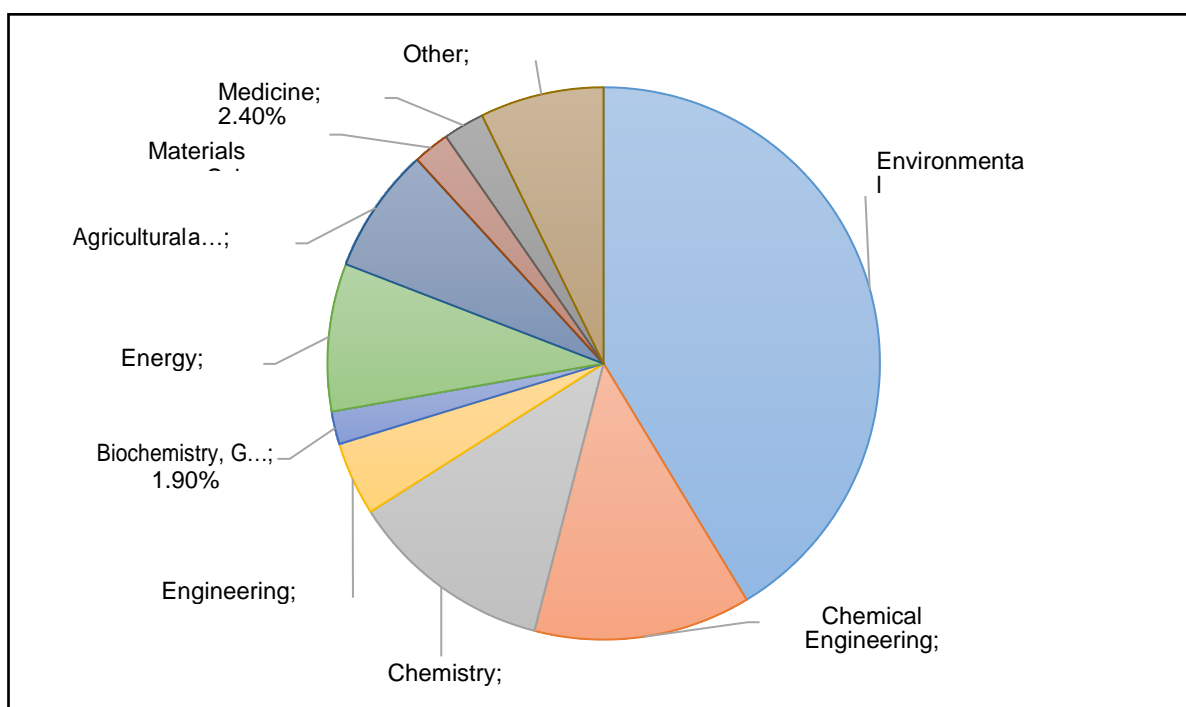


Figura 11. Representación de las 10 principales áreas académicas sobre la aplicabilidad de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas – Web of Science.

Como se muestra en la Figura 11, las áreas académicas destacadas fueron ciencias ambientales (41% del total), seguida de ingeniería química (12,6%) y química (11,8%). Áreas como la bioquímica, la agronomía, la energía, la ingeniería y ciencia de los materiales han contribuido de manera significativa, con la mayor parte del trabajo dirigido al desarrollo de la investigación sobre la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. Otras áreas representaron el 7,2% del total. Estos resultados presentan la colaboración multidisciplinaria entre diversas áreas sobre la temática abordada.

4.4 Distribución de publicaciones por país y por institución

Se observa en la Figura 12, a los diez países más productivos en colaboración para incrementar la investigación sobre la aplicación de biomásas para remover

arsénico y plomo en aguas contaminadas. Estos países son responsables del 75,50% de las publicaciones.

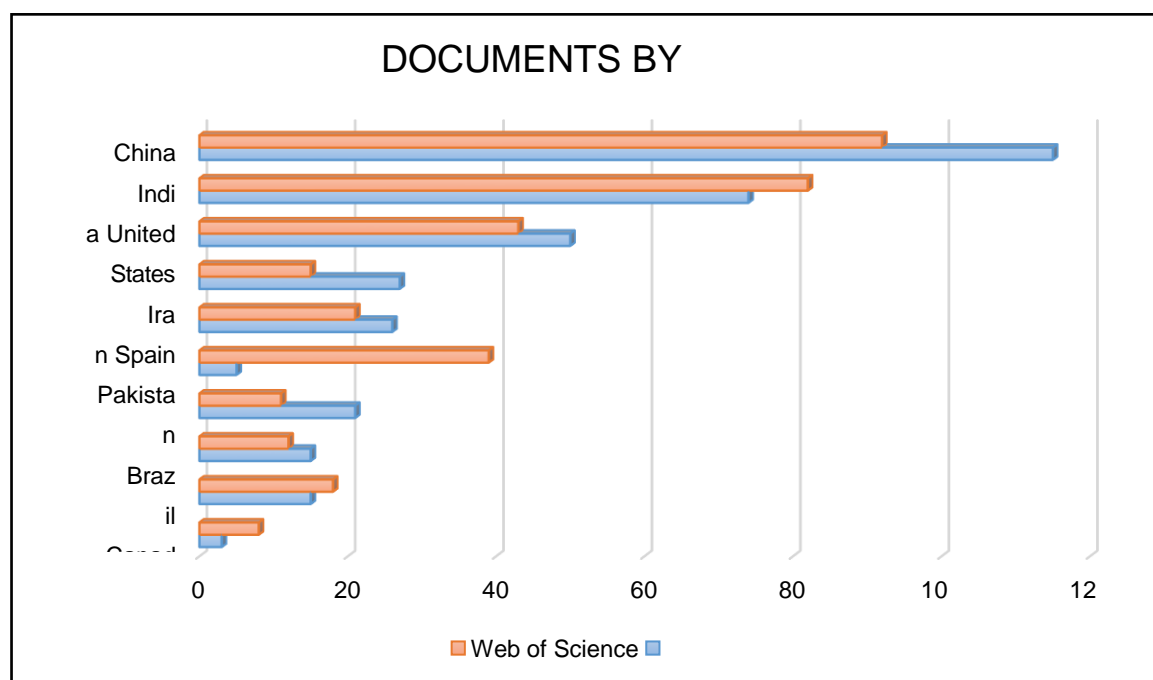


Figura 12. Publicaciones de los 10 países más productivos

Los resultados demuestran que, China tiene el mayor número de publicaciones (115), seguida de India (74). Tales cifras pueden estar justificadas por la alta actividad agrícola de estos países. El informe publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que en el periodo 2022, los principales países productores del sector agrícola serán China, Estados Unidos y Canadá (FAO, 2019). Este escenario indica que existe una gran producción de residuos de biomasa que pueden ser empleados para la remoción de metales pesados, lo que explica el alto desarrollo de la investigación para la utilización de este polímero en estos países.

Tabla 7. Publicaciones de los 10 países más productivos

País	Número de publicaciones	Porcentaje (%)
China	115	21,45
India	74	13,80
Estados Unidos	50	9,32
Irán	27	5,03
España	26	4,85
Pakistán	23	4,29
Brasil	21	3,91
Canadá	16	2,98
Egipto	16	2,98
Malasia	16	2,98

Se sabe que China tiene la mayor tasa de publicaciones, así como India, lo que confirma los datos presentados en la Tabla 7. Con respecto al intercambio de artículos publicados, la Figura 13 muestra un mapa detallado con el campo a través de la colaboración. El número de documentos en colaboración determina la relación entre países. Asimismo, el tamaño de los nodos es proporcional al número de artículos publicados por cada país, y el grosor de cada línea representa la fuerza de la cooperación entre ellos.

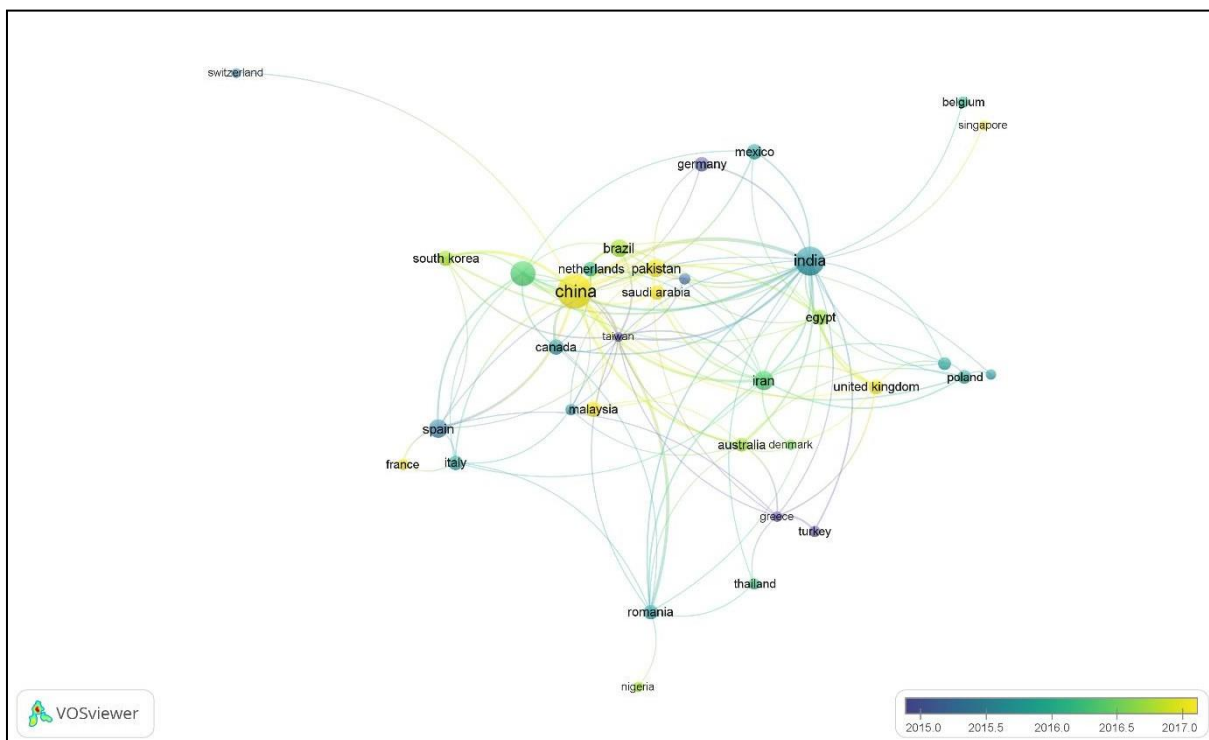


Figura 13. Mapa de colaboración entre los 10 países más productivos

Los países líderes en número de publicaciones también se encuentran entre los más activos, con la mayor cantidad de colaboraciones provenientes de China (17 países), seguido de India (14 países), y Estados Unidos (11 países). Como se puede observar el país más significativo es China, con el mayor grosor de línea en la Figura 13.

Por otro lado, cuatro países compartieron menores publicaciones, que son las siguientes: Bélgica, Nigeria, Singapur y Suiza. Un total de 324 instituciones de los 58 países analizados publicaron los artículos seleccionados. De esta cantidad el 74,9% tenía un solo documento, las diez instituciones más productivas se enumeran en la Tabla 8.

Tabla 8. Instituciones con mayor número de publicaciones

Institución	País	N° de publicaciones	Porcentaje (%)
Academia China de Ciencias	China	6	7,80
Consejo de Investigación Científica Industrial CSIR India	India	5	6,02
Universidad Islámica de Azad	Irán	4	4,81
La Universidad de Queensland	Australia	4	4,81
Universidad de Ataturk	Turquía	3	3,61
Universidad de Bagdad	Irak	3	3,61
Ministerio de Educación de China	China	3	3,61
Ciencias Médicas de la Universidad de Shahid Beheshti	Irán	3	3,61
Universidad Faisalabad	Pakistán	2	2,41
Universidad de Parma	Italia	2	2,41

Los resultados muestran, cuatro de las instituciones con mayor número de publicaciones están en China y Irán, corroborando los resultados obtenidos anteriormente. Pakistán tiene dos instituciones, seguida de Italia. Si bien India es el segundo país en número de publicaciones, sus instituciones no se hallan entre las más productivas porque publican uno o dos artículos cada una, lo que recomienda que la producción científica se distribuye.

El análisis de la investigación realizada por los diversos países muestra su preocupación e interés por el desarrollo de investigaciones encaminadas a la aplicabilidad de biomásas para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas.

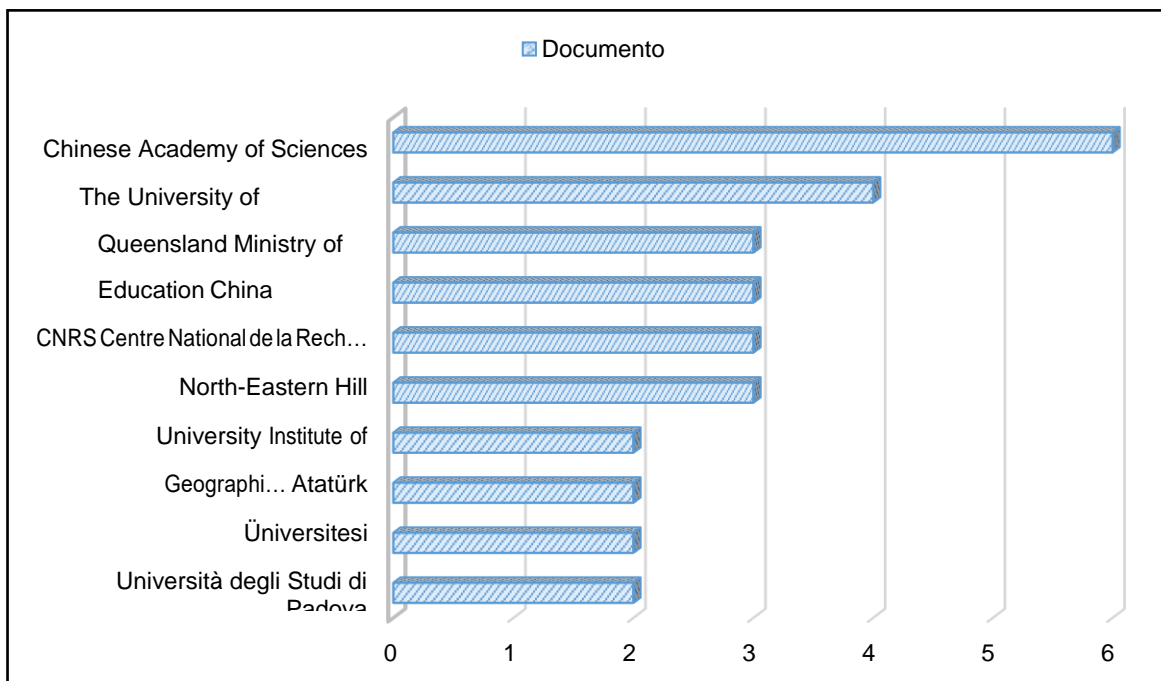


Figura 14. Recuento de documentos por institución en Scopus

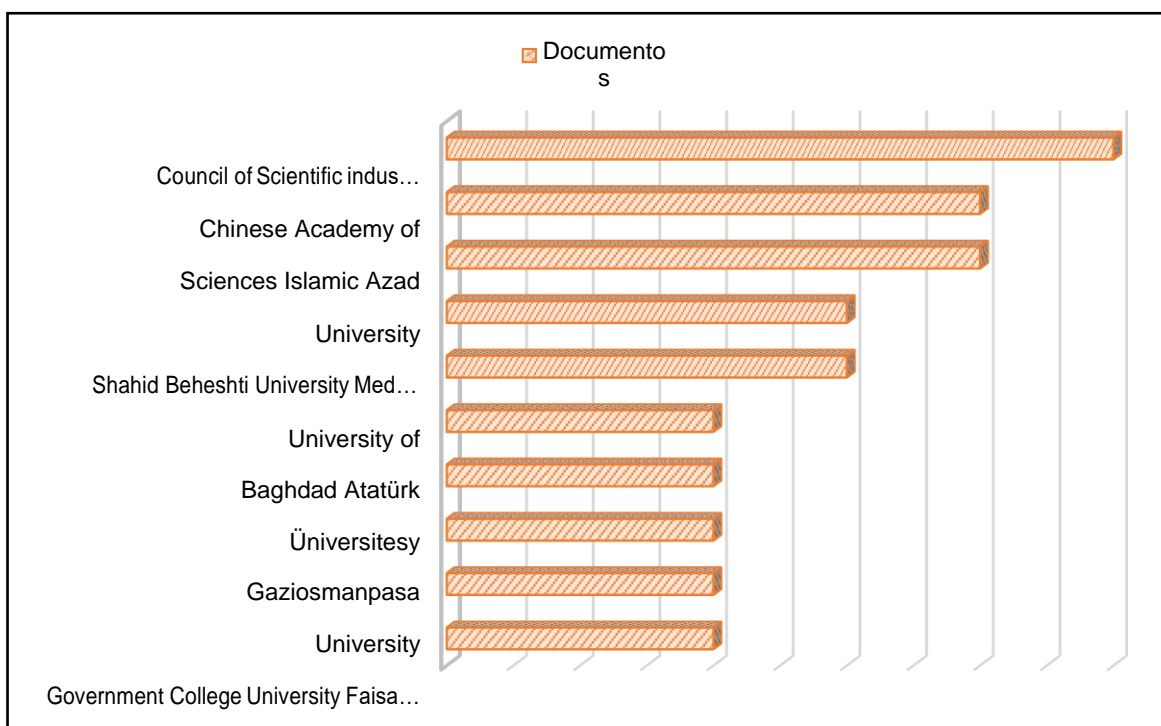


Figura 15. Recuento de documentos por institución en Web of Science

4.5 Artículos más citados

Para brindar información sobre temas que reciben más consideración por parte de los investigadores y cuáles son los principales contaminantes químicos que generalmente eliminan las biomásas, se realizó una indagación de los artículos más citados entre los años 2010 y principios del 2020. En la Tabla 9, se enumera los 10 artículos más citados entre los 208 seleccionados previamente. Según Scopus, se incluyeron todas las citas.

Tabla 9. Los 10 artículos más citados publicados entre enero del 2010 hasta septiembre del 2020

Titulo	Fuente	Año
Un nuevo adsorbente de bajo costo: caracterización, preparación y comportamiento de adsorción de Pb (II) y As (Huang et al., 2016).	Revista de Ingeniería Química	2016
Elaboración de una esfera a base de lignina para la eliminación de iones de plomo de medios acuosos (Li et al., 2015).	Revista de Ingeniería Química	2015
Desarrollo de nuevos residuos orgánicos para adsorción de tintes e iones metálicos de aguas residuales (Ge et al., 2015).	Revista de Química	2015
Conversión de la cascara de pomelo en esponja foto térmica de biomasa ecológica consumo hacia la conversión multifuncional de energía solar a calor (Zhang y Wang et al., 2015).	Revista de Química e Ingeniería Sostenible	2015
Eliminación de metales pesados mediante un biorreactor de membrana combinado con carbón activado (Calik, Massara y Marouani, 2014).	Revista de Ingeniería Química	2014
Riqueza de residuos: Diatomeas como herramientas para la fitorremediación de aguas residuales y para la obtención de valor de la biomasa (Marella, López, Parra et al. 2014).	Ciencia del Medio Ambiente	2014
Estudios de equilibrio, cinética y termodinámica de nano partículas en fase solida a base de quitosano como sorbente de cationes de plomo de solución acuosa (Barbosa, Lapa, Mendes et al., 2014).	Revista de Química y Física	2014
Producción de carbones activados a partir de cuatro desechos mediante la activación en un solo paso y sus aplicaciones en la adsorción de Pb (Zhang et al., 2013).	Revista de Química	2013
Biosorción de Pb y Zn por biomasa pre tratada de algas rojas, cascara de naranja y tuna (Mendoza y Molina, 2015).	Ciencia e Ingeniería	2013
Cinética de la bioadsorción de iones plomo (II) y arsénico de soluciones acuosas por biomasa residual de café (Coffea arabica L.) (Tanaka, 2010).	Revista de Química	2010

Tres artículos enumerados en el ranking fueron publicados en Revista de Ingeniería Química y dos en Ingeniería Sostenible. Eventualmente, todos ellos fueron publicados en los años 2014 y 2016, con citas que varían de 108 a 28. Desde su publicación, el estudio desarrollado por HUANG et al. (2016) fue el más citado (108 veces). Los autores discutieron el desarrollo de compuestos de biomasa para su uso como adsorbente de iones metálicos en aguas contaminadas.

La segunda publicación más citada (71 veces), presentada por LI et al. (2015), describe la elaboración de una esfera como precursor en la eliminación de iones de plomo en medios acuosos. En tercer lugar, con 53 citas, se encuentra el trabajo desarrollado por GE et al. (2015), que desarrollo nuevos residuos orgánicos para adsorción de iones metálicos en aguas residuales. En general, todos los artículos mostrados en la Tabla 8 son originales, centrados y orientados en el uso de biomazas como adsorbente, lo que sugiere que cuenta con importantes propiedades adsorbentes para iones de metales pesados y contaminantes comúnmente estudiados.

4.6 Análisis de co-ocurrencias de palabras claves

El análisis de la palabra clave se extrajo 1910, de las cuales 529 fueron definidas por los autores de los documentos y 1432 fueron indexadas por Scopus en las publicaciones. A través de un análisis en profundidad de estas palabras clave, es posible comprender la evolución del enfoque de investigación y las tendencias de desarrollo en el área de interés. Asimismo, es importante tener en cuenta que una palabra clave puede ser parte del conjunto de palabras clave indexadas a cada documento por la base de datos, así como aquellas que fueron ingresadas por los autores.

Por lo tanto, la suma de dichas palabras no tiene en cuenta las mencionadas más de una vez, lo que brinda como resultado la cantidad mostrada. El estudio se dirigió a las palabras definidas por los autores.

La lista de las palabras clave más utilizadas por los investigadores en su trabajo se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Las palabras clave más utilizadas

Nº	Palabra clave	Frecuencia
1	Biomasa	78
2	Adsorción	52
3	metal pesado	25
4	biosorción	18
5	sorción	7
6	biosorbente	7
7	ion de metal	7
8	Biomasa residual	6
9	bioacumulación	5
10	aguas residuales	5

Las formas singular y plural de las palabras se asociaron para simplificar la lista, las palabras más comunes fueron “biomasa” y “adsorción” con una frecuencia de 78 y 52 en las publicaciones, respectivamente. Ambas palabras están directamente relacionadas con la totalidad de palabras clave utilizadas para la búsqueda de bases de datos. La palabra “adsorción” comprende la mayoría de las publicaciones ya que varios trabajos de los 603 artículos analizados hacen referencia a esta propiedad de la biomasa.

Las palabras “metal pesado” y “ion de metal” se enlazan con la eliminación de metales pesados y sus iones por la biomasa. Como se ha observado, estos son los principales contaminantes estudiados. La eliminación de metales pesados se cita ampliamente en la literatura. Además, la palabra “biomasa residual” se refiere al principal tipo de biomasa empleado en los trabajos analizados, mientras que las palabras “adsorción” y “biosorción” están relacionados con la forma en que la biomasa se usa a menudo para la eliminación de contaminantes.

Antes de exportar los datos a VOSviewer, las palabras mencionadas anteriormente en plural y sus sinónimos se volvieron a etiquetar. Por ejemplo, “biomasas” fue reemplazado por “biomasa”, “proceso de adsorción” fue sustituido por “adsorción”, y “iones metálicos” por “ion metálico”. Se definieron dos instancias mínimas de palabras clave en VOSviewer. El mapa con la red de palabras clave más utilizadas dentro del marco establecido se presenta en la Figura 16.

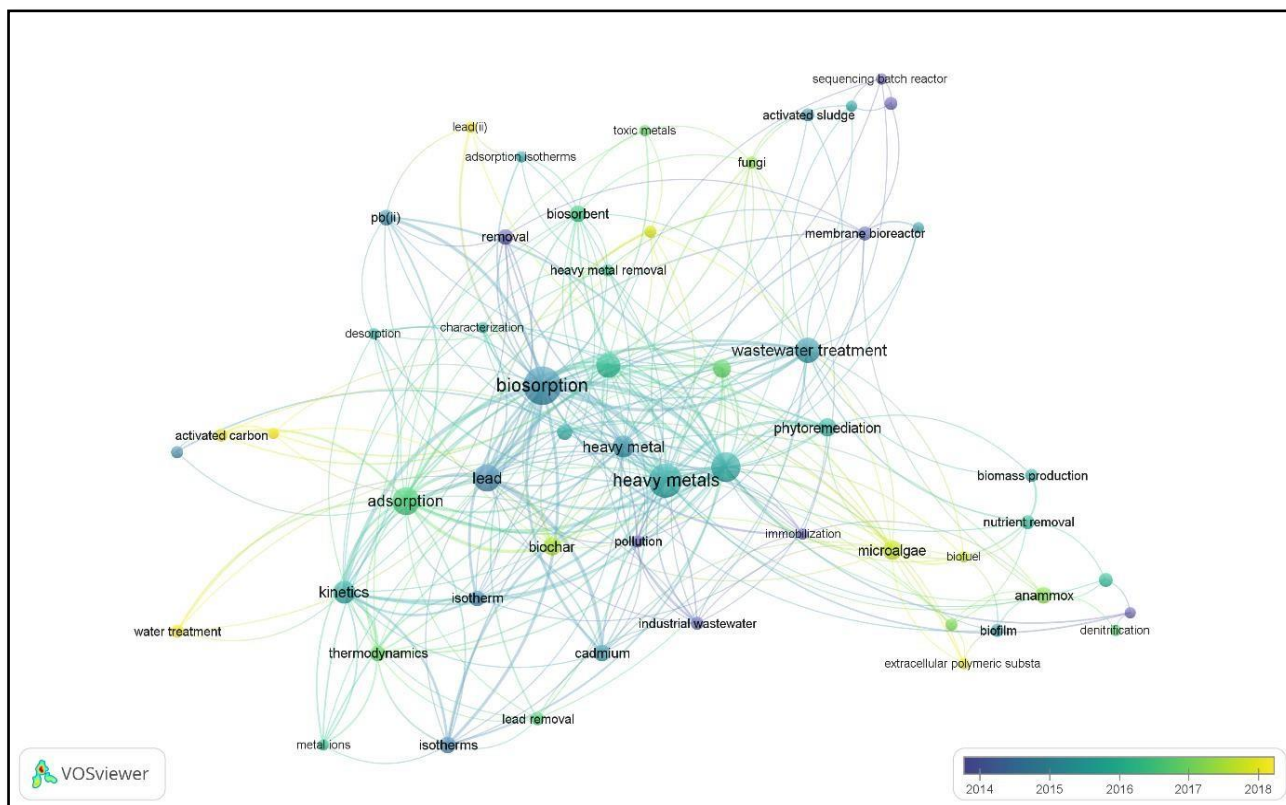


Figura 16. Mapa de palabras clave más utilizadas basado en el análisis de 333 publicaciones indexadas a Scopus

Las palabras “biosorción” y “metal pesado” tienen un tamaño de nodo más grande y el peso de los bordes entre ellos también es mayor en comparación con las otras palabras clave (Fig. 16). Este comportamiento muestra que además del uso más frecuente de estas dos palabras clave, también se utilizan juntas. Además de eso, el mayor peso de los bordes puede explicarse por una gran demanda de trabajo que describe el uso de biomasa como adsorbente para la eliminación de contaminantes. Asimismo, estas palabras también tienen una fuerte conexión con

la palabra “ion de metal”, lo que señala que una alta proporción de artículos se centra en la eliminación de dichos contaminantes mediante la biomasa.

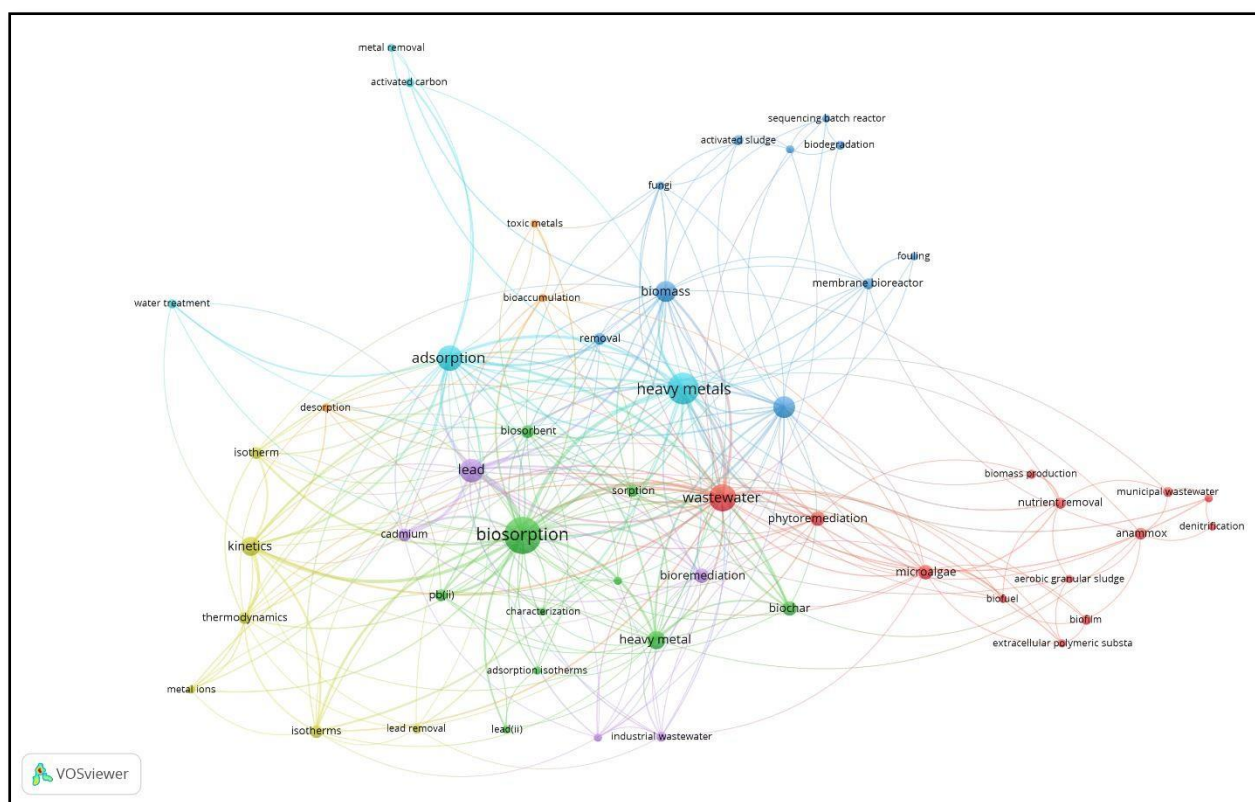


Figura 17. Mapa de palabras clave más utilizadas basado en el análisis de 270 publicaciones indexadas a Web of Science

El análisis de la Fig. 17 también muestra otras formas de usar la biomasa que fueron hallados en los estudios, por ejemplo: “biosorbente”, “biocarbón” y “nanocompuesto”. Estos resultados son significativos ya que permite a los investigadores visualizar la visión general de las tendencias de los temas de investigación de los artículos científicos relacionados con el tema planteado y también ayuda en el desarrollo de nuevas investigaciones.

4.7 Análisis de publicaciones

4.7.1 Técnicas de tratamiento

La clasificación de los métodos de tratamiento de metales pesados en aguas contaminadas depende de diversos factores. Por medio del estudio de las publicaciones, se hallaron las técnicas que habitualmente se emplean para la

remoción de dichos contaminantes. Los resultados fueron distribuidos en las siguientes categorías y se muestran en la Figura 18.

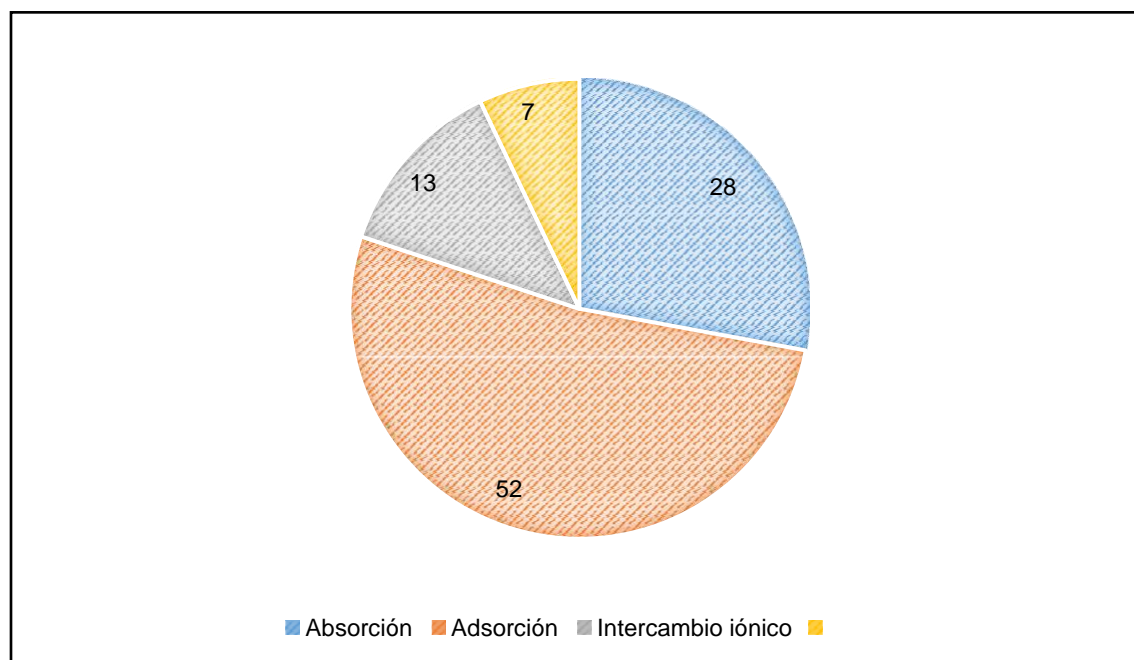


Figura 18. Técnicas de tratamiento incluidas en Scopus

Los resultados muestran que la técnica que más emplean es la adsorción con un porcentaje del 52%, ya que cuenta con una amplia variedad de contaminantes, cinética rápida y de alta capacidad. Por otro lado, el proceso de absorción cuenta con 28%, siendo la segunda técnica más utilizada para la eliminación de contaminantes.

A continuación, en la Figura 19 se muestra los métodos empleados como tratamiento en la remoción de contaminantes e incluidas en la base de datos Web of Science.

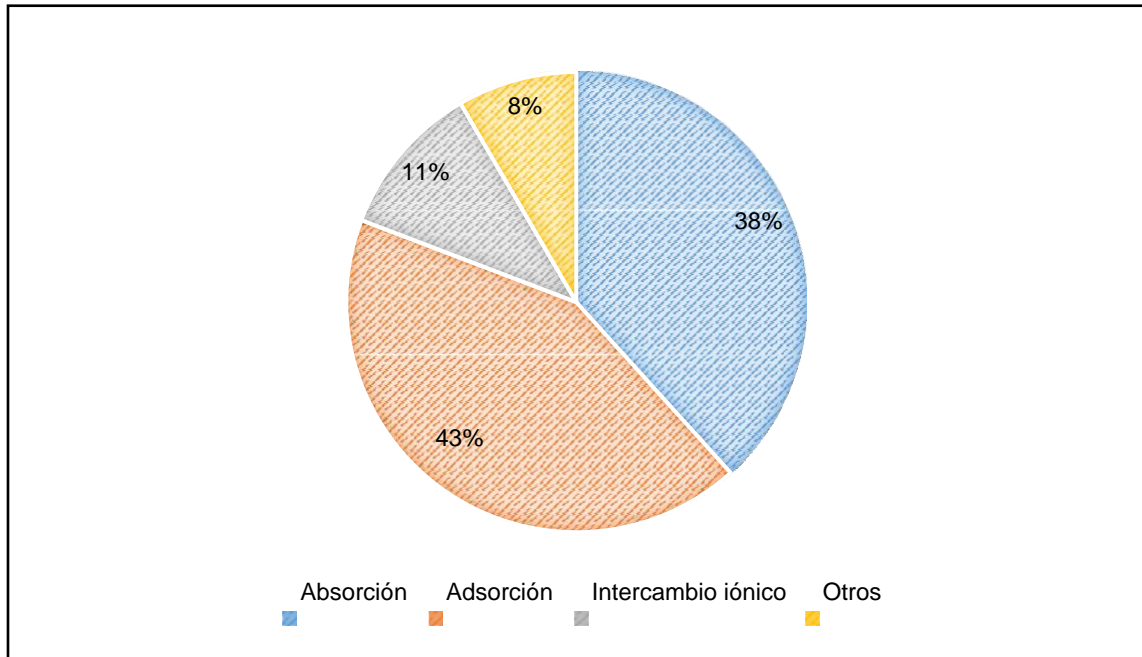


Figura 19. Técnicas de tratamiento incluidas en Web of Science

Se observa en la Figura 19 que la técnica más empleada en remoción de contaminantes es la adsorción en la base de datos Web of Sciences con un porcentaje del 52%, siendo una comparación considerable frente a Scopus.

A través del análisis de las publicaciones, se encontró que la biomasa se utilizó de diferentes formas en los artículos analizados para su aplicación en la remoción de contaminantes. Los resultados se dividieron en las siguientes cuatro categorías: aplicación como biosorbente, adsorbente, adsorción/ biosorción y otros. El gráfico de las cuatro categorías se muestra en la Figura 20.

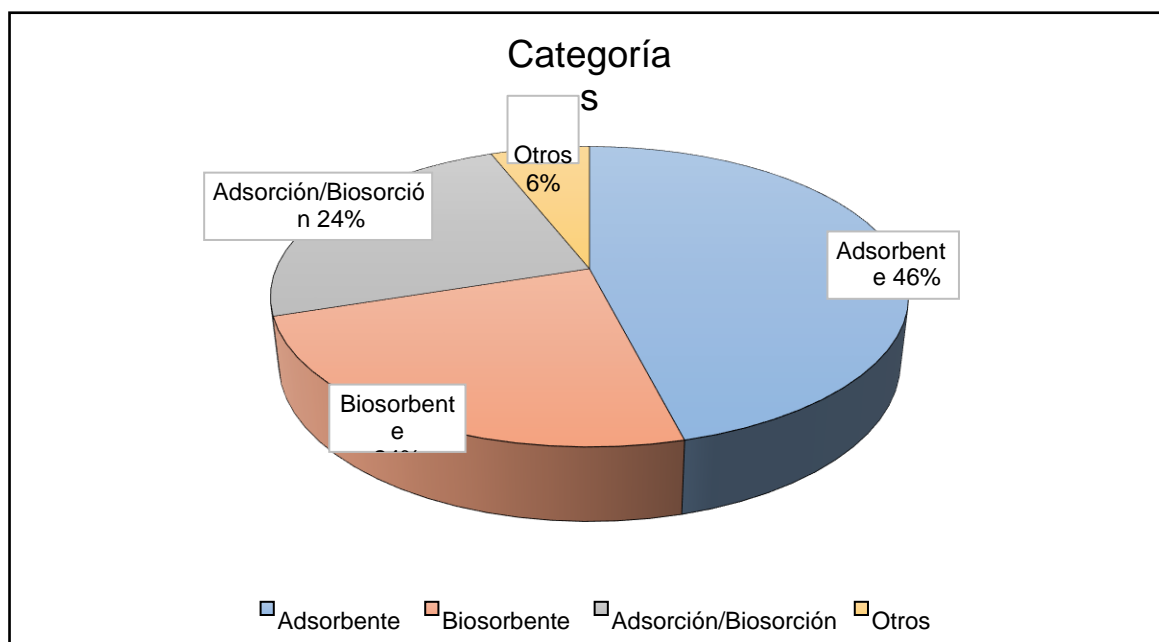


Figura 20. Categorías y sus respectivas frecuencias para las diversas aplicaciones de la biomasa en la remoción de contaminantes

Los documentos que entran en la categoría de adsorbentes especifican el uso de biomasa como materia prima para producir membranas, carbón activado, resinas, nanocompuestos, películas de lignina y nanomateriales. Varios de estos trabajos señalan que la fabricación de diferentes materiales, a base de polímero natural, aumenta la capacidad de adsorción mejorando la remoción de contaminantes químicos de aguas contaminadas.

Respecto a los tipos de contaminantes químicos encontrados en la literatura, entre los 603 artículos evaluados, la mayor proporción está relacionada con iones de metales pesados con porcentajes de 41,55% y 56,91%, respectivamente.

Por último, también hay trabajos que especifican el uso de biomasa para diversos tratamientos de aguas contaminadas con pesticidas (CHEN y HU, 2015).

4.8 Autores

En total, 603 investigadores han investigado la aplicación de biomásas en la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. Sin embargo, solo 49 han producido más de una publicación. Figura 21, muestra los autores que publicaron tres publicaciones o más.

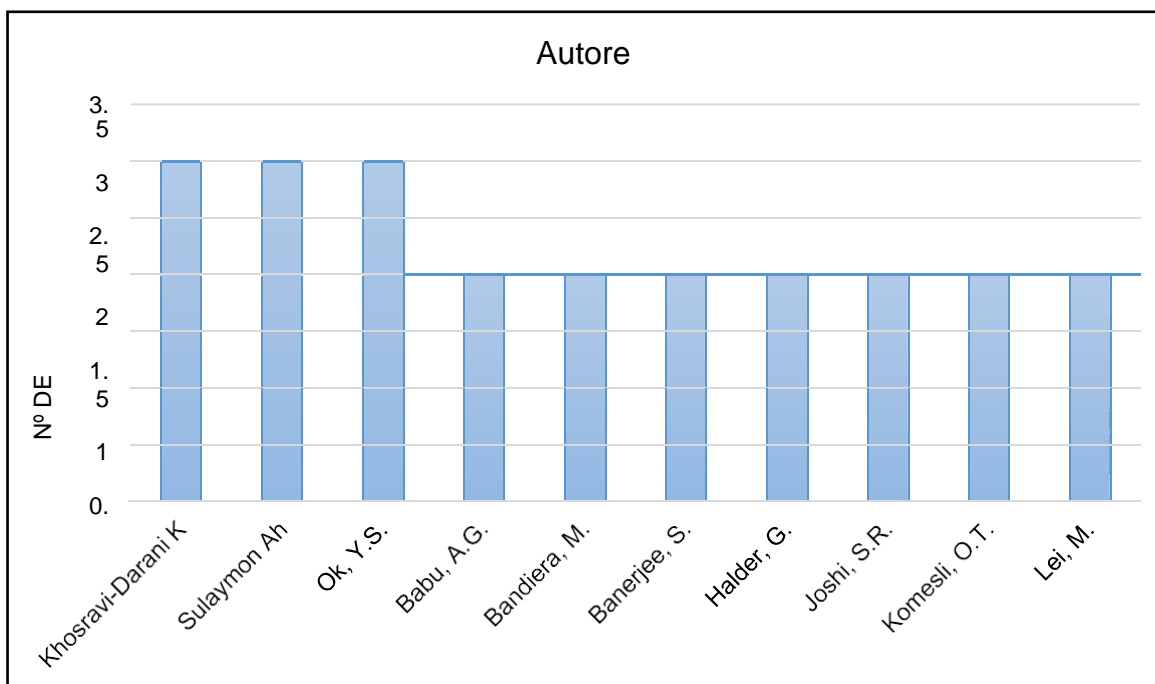


Figura 21. Principales autores productivos en la aplicación de biomásas en la remoción de contaminantes.

En la Tabla 11, se muestra que los autores han colaborado con varios investigadores y, en resumen, la formación de una coautoría productiva es la clave para la alta productividad y el impacto de la investigación de los principales científicos que trabajan en emplear biomásas a partir de desechos agrícolas para remover contaminantes en efluentes industriales.

Tabla 11. Principales autores productivos

Autores	País	Publicaciones	Porcentaje (%)
Khosravi-Darani K	Irán	3	3,61
Sulaymon AH	Irak	3	3,61
Ok, Y.S.	Corea del Sur	3	3,61
Babu, A.G.	Corea del Sur	2	2,41
Bandiera, M.	Italia	2	2,41
Banerjee, S.	India	2	2,41
Halder, G.	India	2	2,41
Joshi, S.R.	India	2	2,41
Komesli, O.T.	Turquía	2	2,41
Lei, M.	China	2	2,41

Mientras que la Figura 22, revela la red de coautoría establecida por la investigación sobre el tema propuesto. Con un total de 5 publicaciones que recibieron un total de 2180 citas, Ok, Y.S. es el investigador con más contribuciones importantes a la investigación sobre la aplicación de biomásas en aguas contaminadas. El autor, junto con Babu, A.G., M. Bandiera, M. y Banerjee, S. han establecido una de las redes de investigación más productivas y activas en el campo sobre la aplicación de biomásas para la remoción de metales pesados.

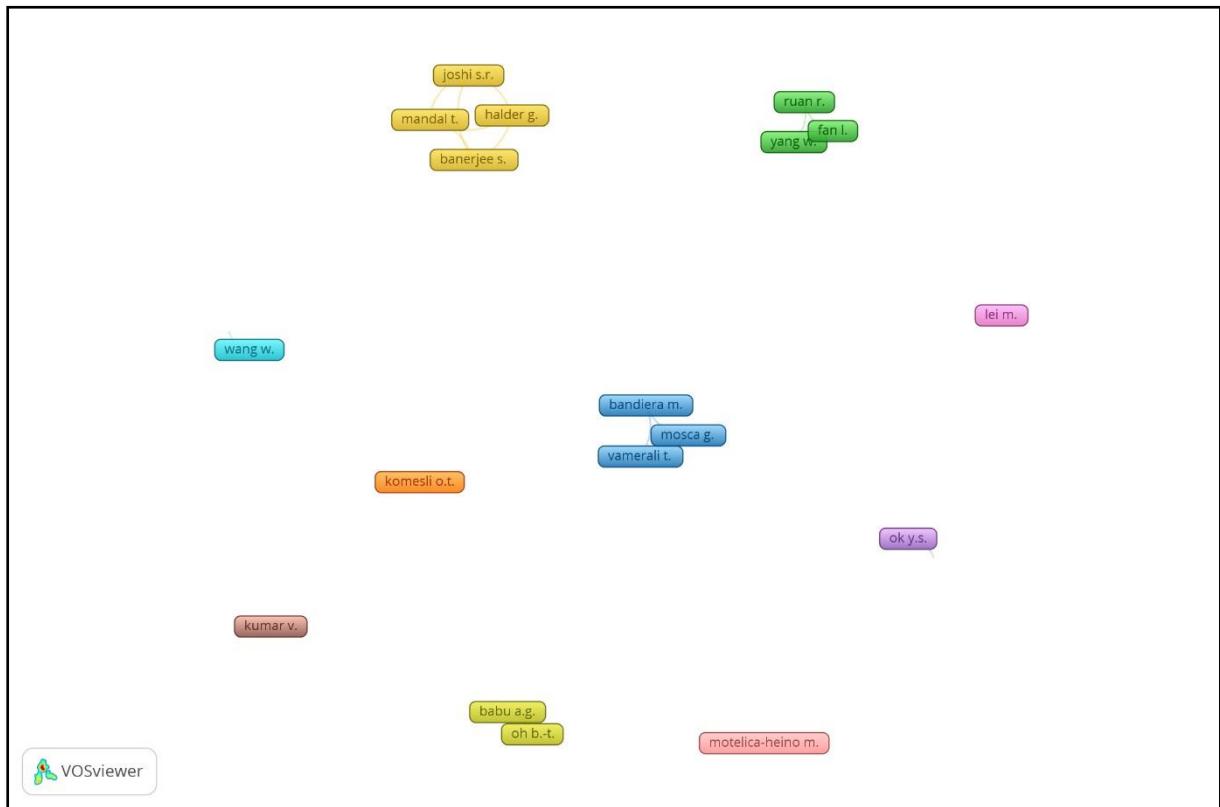


Figura 22. Visualización de la red de coautoría para los autores en la investigación.

4.9 Entidades financieras

La aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas se inclinan más hacia la disciplina de ciencias ambientales. Sin embargo, las investigaciones que emplean diversos mecanismos físicos y químicos para remover iones metálicos requieren la experiencia de diferentes disciplinas de investigación (GRENN y HENDERSON, 2020). El desarrollo de la investigación interdisciplinaria es más desafiante que los estudios asociados con una sola disciplina, ya que la primera consta de involucrar a investigadores/organizaciones de diferentes orígenes, culturas y estilos administrativos. Estas diferencias podrían afectar la eficacia de la intelectual e intercambios entre los expertos, que son esenciales para desarrollar un nuevo, arriesgado pero gratificante programa de investigación para abordar los problemas identificados (LYALL et al., 2013).

Además de proporcionar el apoyo financiero, agencias de financiación también influyen en las dinámicas y direcciones de la investigación interdisciplinaria en diversas formas. Por ejemplo, dichas agencias realizan la selección de propuestas, el seguimiento del progreso de la investigación, la promoción de la participación de las partes interesadas, junto con la difusión de resultados y el intercambio de conocimientos al público. HUANG (2016), destacó las diversas estrategias utilizadas por la National Natural Science Foundation (NSFC, China) y la National Science Foundation (NSF, EE. UU.) para financiar la investigación de Big Data como un tema de investigación interdisciplinario emergente. Los hallazgos revelaron que las propuestas financiadas por NSF están más inclinadas hacia disciplina de ingeniería con aplicaciones especializadas, mientras que los proyectos financiados por NSFC son de naturaleza interdisciplinaria.

Por lo tanto, vale la pena examinar las entidades financieras disponibles que contribuyeron al desarrollo de la investigación sobre la aplicación de biomasa para remover contaminantes.

Tabla 12. Entidades financieras relacionadas con la investigación

Entidad financiera	País	Publicaciones	% Publicaciones
Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China	China	50	9,32
Fondos de investigación fundamental para las universidades centrales	China	14	2,61
Fondo Europeo de Desarrollo Regional	UE	10	1,86
Fundación China de Ciencias Postdoctorales	China	9	1,67
Fundación Nacional de Ciencia Consejo Nacional de Desarrollo	Estados Unidos	9	1,67
Científico y Tecnológico	Brasil	7	1,30

Según los datos extraídos de Scopus y WoS, la investigación sobre la aplicación de biomásas para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas cuenta con el apoyo de más de 200 entidades o agencias financieras, aunque solo 29 (5,1% de la financiación) dieron como resultado la publicación de dos o más artículos. La información de todas las entidades financieras se muestra en la Tabla 12, los organismos de financiación a nivel mundial (China, EE.UU., Brasil) o (Europa) son los principales defensores de la investigación sobre la aplicación de biomásas en la remoción de contaminantes. La financiación elaborada por la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China resultó en el mayor número de publicaciones.

La fundación, junto con la Fundación Nacional de Ciencia de China y Fondos de investigación fundamental para las universidades centrales de China, apoya varios proyectos de investigación en China, que llevaron a la publicación de 64 documentos en 2010 – 2020. Los impactos de las entidades financieras chinas cuentan con un rápido desarrollo de la investigación dedicada a cuestiones ambientales. La Unión Europea (UE) es otro patrocinador de la investigación sobre la aplicabilidad de biomásas en remoción de contaminantes. Del mismo modo, también se proporcionan apoyos financieros por parte de EE.UU., Reino Unido y Portugal. Las convocatorias de propuestas de estas agencias influyen en las orientaciones de la investigación que se encuentran encaminadas a abordar adecuadamente cuestiones urgentes.

El apoyo financiero es un desafío para los investigadores que no tienen acceso a las principales entidades de financiación. Dado que la contaminación ambiental por eliminación de iones metálicos no ejerce impactos inmediatos, por lo que muchas agencias de financiamiento optan por asignar recursos valiosos a otros problemas ambientales. En total, 75 (36,1%) de las 603 publicaciones analizadas en este estudio carecían de financiación. Algunos investigadores principales confiaron en ministerios e instituciones (u organizaciones equivalentes) como único apoyo para la financiación de la investigación.

V. DISCUSIÓN

Para ambas bases de datos, los métodos de tratamiento más empleados fueron: filtración por membrana, precipitación química, intercambio iónico, electrocoagulación y adsorción. Del mismo modo, en la investigación de Li et al. (2018) aplicaron la biomasa modificada de lignina alcalina como adsorbente, para aumentar la adsorción de capacidad de los iones de plomo asistida por microondas. El adsorbente obtenido presentó valores muy superiores a los adsorbentes convencionales, tales como carbón activado comercial, zeolitas, carbón vegetal derivado del coco, y otros adsorbentes a base de biomasa. Este efecto se debe a que explicaron que la alta capacidad de adsorción de la biomasa seca de alcalí podría atribuirse a una gran cantidad de sitios de adsorción resultantes de los grupos de carboxilo que se incorporan a la estructura de la lignina (Foroutan y Ahmad 2017). Del mismo modo, Jin et al., (2018) analizaron la remoción de metales pesados, mediante el método convencional intercambio iónico, ya que consta de ser un proceso de separación física en la que los iones intercambiados no se modifican químicamente.

En la presente investigación, en cuanto al estudio de las biomásas investigadas nos muestran que requieren de condiciones operacionales específicas, según la dosis a tratar, para elevar o aumentar su capacidad como biosorbente. Puesto que, en cuerpos de aguas con elevada toxicidad y concentraciones de metales pesados, sería de mucha dificultad que el material sorbente pueda desarrollarse. Por lo mencionado, Mamun et al., (2013), en su investigación utilizaron *Acacia auriculiformis*, el cual logró remover 98,17% y 96,95% de As y Pb, en con concentraciones iniciales de 60mg/L. Mostrando que *A. auriculiformis* presenta mejor eficiencia de eliminación de arsénico y plomo en aguas contaminadas. Esto se debe a que el cuerpo de agua beneficiaba al crecimiento rápido del microorganismo, por lo tanto, es importante tener en cuenta las condiciones en las que se realizará el crecimiento. Por su parte, Davodi et al., (2019) pusieron a prueba la capacidad de *Melia azedarach* (aserrín) para remover Pb y As. A partir de ello, observaron una eliminación de dichos metales cuando se mantuvieron entre 3 – 7,2 mg/L, lo cual sucedió en un tiempo de 14 días y en un

pH de 9 - 11. De acuerdo a esta evaluación, observaron que el porcentaje que redujeron para Pb fue (73,8%) y As (61%) respectivamente. Por otro lado, Ji et al., (2020) aplicaron una bacteria llamada *Aeromonas hydrophila* a prueba para remover concentraciones de plomo y arsénico, adecuándolo a 22°C y un pH 6. Los resultados fueron favorables en 24 horas para ambos tratamientos de 100 mg/L de As y Pb, logrando una eficiencia de remoción al 31,3% y 17,7% en dicho orden.

El número de investigaciones en total fue de 603 documentos, los cuales 333 corresponden a la revista de la base de datos Scopus y 270 para Web of Science sobre la aplicabilidad de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas desde el 2010 hasta septiembre de 2020. Del mismo modo, Erástegui et al. (2019), realizaron un estudio bibliométrico durante los años 2015 hasta 2019 utilizando como base de datos Scopus, Science Direct y Web of Science logrando obtener una búsqueda de 630 documentos relacionado al uso de lignina para remover iones metálicos en aguas residuales. Por su parte, Mogollón, Valencia y Canales (2017) llevaron a cabo un análisis bibliométrico en el área académica de ciencias ambientales desde 2000 hasta 2010, obteniendo 1072 investigaciones, siendo Web of Science y Redalyc las revistas científicas con mayor número de publicaciones. De igual manera, Prialé (2019) realizó un estudio bibliométrico acerca de la aplicación de microorganismos para remover metales pesados en efluentes industriales, en un periodo de 5 años (2000 - 2005) teniendo como base de datos Scopus, EBSCO y SciELO, evidenciando 880 investigaciones que cumplen con los criterios de inclusión, y siendo Scopus la revista con mayor número de investigaciones. Por otra parte, Uceda y Aranda (2011) mencionaron que los estudios realizados a nivel nacional acerca de la contaminación de metales pesados presentes en cuerpos de agua muestran deficiencias, teniendo como resultado pocas publicaciones en revistas internacionales.

La presente investigación demostró que las áreas académicas con mayor número de publicaciones fueron environmental science con (35,60%), chemistry (9,80%), chemical engineering (12,60%) en la base de datos Scopus y en la revista de la base de datos Web of Science, el área con mayor número de publicaciones son environmental science con (41,07%), seguido de chemical engineering con

(12,60%) y chemistry con (11,87%). De tal manera, se evidencia que las áreas de ciencia contienen mayor número de investigaciones en relación a la aplicabilidad de biomásas para la remoción de contaminantes. Por su parte, Valencia et al., (2017) realizaron un estudio bibliométrico en la revista de la base de datos Web of Science en el área de ciencias ambientales desde 2004 hasta 2008, obtuvieron como resultado 780 artículos, siendo química el área con mayor número de publicaciones. Del mismo modo, Mogollón, Valencia y Canales (2017) obtuvieron 1072 investigaciones de la revista de la base de datos WoS, donde el área de biología tuvo mayor predominancia a comparación de otras y las biomásas estudiadas fueron carbón activado, microorganismos, residuos agrícolas y lignina-quitosano. De igual manera, Sulbarán et al., (2015) realizaron un estudio bibliométrico en base a 1050 investigaciones sobre la utilización de técnicas convencionales (residuos agrícolas y carbón activado) para la remoción de contaminantes en aguas residuales, obteniendo el área de ciencias agrícolas y biológicas con el mayor número de publicaciones (66%), seguido de la bioquímica (41%) respectivamente.

Los resultados de la búsqueda de información sobre las publicaciones por ámbito geográfico en relación a la aplicabilidad de biomásas para la remoción de contaminantes muestran que los países desarrollados como China, India y EE.UU. son los más activos en las publicaciones científicas, con resultados >100, >80 y >60 documentos respectivamente. Estos países son responsables del 80% de las publicaciones en su totalidad, a comparación de los países subdesarrollados como Guatemala, Ecuador, Perú, entre otros, que producen entre 1 a 2 publicaciones como máximo en las revistas internacionales indexadas en la base de datos Scopus y Web of Science. Del mismo modo, Gil (2015) realizó un estudio bibliométrico la producción científica ecuatoriana en la base de datos Scopus durante el 2003 hasta 2005, reflejando el crecimiento anual que tuvo a comparación de países más desarrollados entre ellos superando a Norteamérica y Asia. Por su parte, GIL y VALDEZ (2018) realizaron un análisis bibliométrico durante el 2010 hasta el 2014, argumentando que los estudios realizados en Latinoamérica en comparación con países más desarrollados producen más de 4

a 5 publicaciones referentes a proyectos de innovación y tecnología, evidenciando un fuerte incremento en la tendencia de las publicaciones.

El análisis señala que las biomásas más utilizadas en los tratamientos para la remoción de metales pesados según investigaciones de las revistas de la base de datos Scopus y Web of Sciences, fueron: desechos agrícolas, residuos industriales de celulosa y papel, microorganismos, biopolímeros, lignina – quitosano. Por su parte, Flores et al., (2012) emplearon biomásas a partir de residuos agrícolas (cáscaras de naranja y cáscaras de papa) con 15,3% y 9,8%. De igual forma, Caballero (1999) empleó microorganismos como *P. australis* y *T. latifolia* en microcosmos para remover Cu, Cd, Ni y Pb en un pH 9 – 11 y a temperatura ambiente, con 78% en eficiencia. Asimismo, Singha y Guleria (2014), aplicaron biopolímeros celulósicos para remover Zn, As y Pb en un pH 5,5; con un tiempo de 30 min y a una temperatura de 25° – 30°. Los resultados indicaron que los polímeros fueron eficientes en un 38%, 44% y 46% respectivamente.

Los resultados indican que las instituciones con mayor número de publicaciones se encuentran en China e Irán, entre ellos: Academia China de Ciencias (6 publicaciones), Ministerio de Educación de China (3 publicaciones), Universidad Islámica de Azad (4 publicaciones), entre otros. Sin embargo, Kanashiro (2016) en su análisis bibliométrico realizado en 2014 hasta 2018, menciona que India es el segundo país en número de publicaciones, sus instituciones no se hallan entre las más productivas debido a que publican uno o dos artículos. Por su parte, Babu (1999) analizó bibliométricamente la aplicación de microorganismos en efluentes industriales, y estimó a Pakistán con el mayor número de instituciones. Aquellos autores mencionados anteriormente, mencionan que la investigación realizada por los países nombrados anteriormente muestra preocupación e interés por el desarrollo de investigaciones en relación a la aplicabilidad de biomásas para remover contaminantes.

VI. CONCLUSIONES

Se identificó que la absorción e intercambio iónico son los métodos de remoción más utilizados en la aplicación de biomásas para remover metales pesados presentes en aguas contaminadas, según las investigaciones extraídas de la base de datos Scopus y Web of Science desde enero del 2010 hasta septiembre del 2020. A partir de ello los resultados más relevantes son:

1. Las áreas académicas con mayor número de publicaciones relacionadas con la aplicación de biomásas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas en las revistas indexadas en la base de datos Scopus fueron environmental science, chemistry y chemical engineering; por otro lado, en la revista Web of Science fueron environmental science y biochemistry.
2. Entre los países más productivos y con mayor número de investigaciones sobre la aplicación de biomásas en la remoción de metales pesados en las revistas indexadas en ambas bases de datos Scopus y Web of Science fueron: China, India y EE.UU.
3. Los estudios reflejan que la biomasa de desechos agrícolas es una alternativa eficaz para reemplazar los materiales que se utilizan actualmente en el tratamiento de aguas contaminadas, dada por su alta disponibilidad, biodegradabilidad y bajo costo. Asimismo, es materia prima para la preparación de biomateriales, como adsorbentes, sorbentes e hidrogeles.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar búsquedas de información en diversas bases de datos para obtener un análisis más completo y conciso en las investigaciones.
- Indagar sobre diversos tipos de software más específicos para realizar un análisis bibliométrico, para así obtener un mejor resultado de análisis de investigación.
- Indagar sobre los diferentes métodos de tratamiento convencionales y no convencionales que son eficientes, sostenibles y de bajo costo para la remoción de metales pesados a partir de aguas contaminadas.

REFERENCIAS

AGUIRRE, Nhatali. Absorción de metales pesados (Pb y As) con carbón activado a partir de semillas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 118.

AHLUWALIA, Sarabjeet y GOYAL, Dinesh. Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresource technology*. 2007, vol. 98, no 12, p. 2243-2257.

ALMEIDA, Edna. ASSALIN, Marcia, Rosa y DURÁN Nelson. Tratamiento de efluentes industriales por procesos oxidativos presencia de ozono. *Química Nova*. 2004, 27, 818 - 824.

AHMED, Hala. Removal of heavy metals from wastewater using agricultural and industrial wastes as adsorbents. *HBRC Journal*. 9, 2013.

AMUDA, Omotayo., GIWA, Abdur y BELLO, Isah. Eliminación de metales pesados de aguas residuales industriales utilizando carbón de cáscara de coco activado modificado. *Revista de Ingeniería Bioquímica*. 2007, vol. 36, no 2, pág. 174-181.

BARTRA, Shirley. Evaluación de la remoción de arsénico utilizando la microalga *Chlorella vulgaris* en aguas superficiales del río Uchuma- Tacna. Universidad Privada de Tacna. 2019, 1(1), 74.

BHATTI, Haq y YASIR, Muhammad. Removal and recovery of al (iii) and cr (VI) from aqueous solution by waste black tea. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*. 2016, vol. 15, no 4.

BULUT, Yasemin y TEZ, Zeki. Adsorption studies on ground shells of hazelnut and almond. *Journal of hazardous materials*. 2007, vol. 149, no 1, p. 35-41.

CCENCHO, Susan. Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018. Tesis (Título en ingeniería ambiental). Perú

DA SILVA, Ives, et al. Application of coconut shell, banana peel, spent coffee grounds, eucalyptus bark, piassava (*Attalea funifera*) and water hyacinth (*Eichornia crassipes*) in the adsorption of Pb²⁺ and Ni²⁺ ions in water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2018, vol. 6, no 2, p. 2319-2334.

ESCOBAR, Arturo. et al. Metodología de la investigación científica. 3Ciencias, 2018.

ESCORCIA, Tatiana. Análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de publicaciones científicas, tesis y trabajos de grado. 2008.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2019). Capacidades de pulpa y papel. <http://www.fao.org/3/ca5690t/CA5690T.pdf>.

Consultado el 19 de noviembre de 2019.

FARAG, Sheikha. Different natural biomasses for lead cation removal. *Carbohydrate polymers*. 2009, vol. 78, no 2, p. 263-267.

FAROOQ, Umar., KOZINSKI, Janusz. & ATHAR, Makshoof. Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents - A review of the recent literature. *Bioresource Technology*. 2010, 101(14), 10.

FOROUTAN, Rauf. Zinc, Nickel, and Cobalt ions removal from aqueous solution and plating plant wastewater by modified *Aspergillus flavus* biomass *Revista Bioresource Technology* [en línea]. Irán [consulta: mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5425339/>

GARCIA, Alma. Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada [en línea]. El Salvador: ITCA Editores [consulta: mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2847/1/2016%20Elaboracion%20de%20una%20bioresina.pdf>

HERMIDA, Jhorvys. Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto., FERNÁNDEZ, Carlos., y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación, Colombia. Ed. Panamericana Formas e Impresos. 1994

HIKMET, Sis., y TURAN, Uysal. Removal of heavy metal ions from aqueous medium using kuluncak (Malatya) vermiculites and effect of precipitation on removal. *Applied Clay Science*. 95, 1-8. 2014

HO, Shih-Hsin; ZHU, Shishu y CHANG, Jo-Shu. Recent advances in nanoscale-metal assisted biochar derived from waste biomass used for heavy metals removal. *Bioresource technology*. 2017, vol. 246, p. 123-134.

IBRAHIM, Hanan; AMMAR, Nabila., y IBRAHIM, Medhat. Removal of Cd (II) and Pb (II) from aqueous solution using dry water hyacinth as a biosorbent. *Spectro - chimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2012, 96 (1), 413-420.

JIANLONG, Wang., & CAN, Chen. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: A review. *Biotechnology Advances*. 2006, 24(5), 25.

KAZEMIPOUR, Maryam., et al. Removal of lead, cadmium, zinc, and copper from industrial wastewater by carbon developed from walnut, hazelnut, almond, pistachio shell, and apricot stone. *Journal of Hazardous Materials*. 2008, vol. 150, no 2, p. 322-327.

KUMARI, Menka. Efficiency of *Phragmites australis* and *Typha latifolia* for heavy metal removal from wastewater, *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015, 112, 80-86.

MAHAMADI, Courtie., y NHARINGO, Tichaona. Utilization of *Eichhornia Crassipes* for the Removal of Pb (II), Cd (II), and Zn(II) from Aquatic Environments: An Adsorption Isotherm Study. *Environmental Technology*. 31 (11), 2010.

MOREIRA, Sarah., et al. Removal of Ni²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺ and Pb²⁺ ions from aqueous solutions using cashew peduncle bagasse as an eco-friendly biosorbent. *Desalination and Water Treatment*. 2016, vol. 57, no 22, p. 10462-10475.

PEER, Rebecca., et al. Removal of less commonly addressed metals via passive cotreatment. *Journal of environmental quality*. 2015, vol. 44, no 2, p. 704-710.

PEHLIVAN, Erol, et al. 2009. Lead sorption by waste biomass of hazelnut and almond shell. *Journal of hazardous materials*, vol. 167, no 1-3, p. 1203-1208.

RIÑO, Julieth. Polihidroxicanoatos (PHAs): Biopolímeros producidos por microorganismos.: Una solución frente a la contaminación del medio ambiente. *Teoría y praxis investigativa*, 2010, vol. 5, no 2, p. 79-84.

RODELO, Graciela; GÓMEZ, Agustín y MANRÍQUEZ, Arturo. Biosorption of Pb (II) by *Thiobacillus ferrooxidans*. *Revista internacional de contaminación ambiental*. México: Universidad Autónoma de México. 2002, vol. 18, no 1, p. 33-37. ISSN: 0188-4999

RONDA, Alicia., et al. Effect of lead in biosorption of copper by almond shell. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2013, vol. 44, no 3, p. 466-473.

SANTOS, E., VARGAS, J., CARDENAS, J., & ACOSTA, I. (2017). Remoción de Arsénico (V) en Solución Acuosa por Biomasa Modificada del Hongo *Aspergillus niger*. *Información Tecnológica*, 28(6), 8.

SARGIN, İdris; ARSLAN, Gulsin; KAYA, Murat. 2016. Efficiency of chitosan–algal biomass composite microbeads at heavy metal removal. *Reactive and Functional Polymers*, vol. 98, p. 38-47.

SHAKOOR, Muhammad, et al., 2016. Remediation of arsenic-contaminated water using agricultural wastes as biosorbents. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 46, no 5, p. 467-499.

SINGHA, Amar Singh; GULERIA, Ashish. 2015. Utility of chemically modified agricultural waste okra biomass for removal of toxic heavy metal ions from aqueous solution. *Engineering in agriculture, environment and food*, vol. 8, no 1, p. 52-60.

SKOOG, D., HOLLER, F., Nieman, T. (2001). "Principios de análisis instrumental". Capítulo 13. Introducción a la espectrometría de absorción molecular ultravioleta/visible. P. 325. Editorial Mc Graw Hill. Quinta edición.

SOTO, Eliana Marcela; LANDAZURI, Patricia; LOANGO, Nelsy. Remoción de cromo hexavalente de aguas residuales con microorganismos adaptados a medios ricos en cromo. *REVISTA DE LA ASOCIACION COLOMBIANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS*, 2017, vol. 1, no 29, p. ículo Páginas 49-57.

STHIANNOPKAO, S; SREESAI S; Utilization of pulp and paper industrial wastes to remove heavy metals from metal finishing wastewater. *Journal of Environmental Management*. 90, 2009

TRELLES, J. (2013). Biosorción de Arsénico en medio acuoso empleando biomasa vegetales inertes. Tesis de Maestría, 1(1), 109.

VELMURUGAN, Palanivel, et al. 2010. Removal of zinc by live, dead, and dried biomass of *Fusarium* spp. isolated from the abandoned-metal mine in South Korea and its perspective of producing nanocrystals. *Journal of hazardous materials*, vol. 182, no 1-3, p. 317-324.

WAHID, A., HASSAN, A., & ABU, S. (2019). The adsorptive removal of As (III) using biomass of arsenic resistant *Bacillus thuringiensis* strain WS3: Characteristics and modelling studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 172(1), 9.

YAO, Q., XIE, J., LIU, J., KANG, H. y LIU, Y. (2014). Adsorción de iones de plomo utilizando un hidrogel de lignina modificado. *Diario de Investigación de polímeros*, 21, 465.

ZHANG, W., HAN, Y., HAIJIANG, L., ZIWEN, J., LEI, D., XIAOWEI, K., HU, Y., AIMIN, L. y RONGSHI, C. (2011). Eliminación de colorantes de soluciones acuosas mediante adsorbentes a base de paja: lotes y estudios de columna. *Revista de ingeniería química*, 168, 1120 – 1127.

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 13. Matriz de operacionalización de variables


VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		ESCALA DE MEDICIÓN/ UNIDADES	
INDICENDIENTE	Análisis bibliométrico sobre el uso de biomasas	La aplicación de biomasas se presenta como una biotecnología ambiental, evalúa la interacción de metales pesados y biomasas con el objetivo de implementar metodologías para recuperar, remover o detoxificar metales pesados en aguas contaminadas (Landa, 2010).	Análisis bibliométrico sobre la aplicación de biomasas, primero se consideró las condiciones operacionales como el pH, temperatura y tiempo; a continuación, se identificó el número de investigación en base a Scopus y Web of Science, después se determinó el número de revistas con mayor producción y por último, se analizó el ámbito geográfico.	Condiciones Operacionales	pH		1 - 14	
					Temperatura		°C	
					Tiempo		min.	
				Número de investigaciones	N° de investigaciones en Scopus		Nominal	
					N° de investigación en Web of Science			
				Número de revistas	Scopus		Nominal	
					Web of Science			
Ámbito geográfico		País		Nominal				
DEPENDIENTE	Remoción de arsénico, plomo en aguas contaminadas	La remoción es un proceso que permite la captación de diversas especies químicas aplicando biomasas, entre ellos mecanismos fisicoquímicos como la adsorción, el intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química y entre otros (Landazri, Soto y Loango, 2017).	De acuerdo a cada autor de las investigaciones incluidas en el presente análisis bibliométrico, estos realizaron la comparación de los resultados de la aplicación de biomasas (de acuerdo a su estudio) para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas. $\%R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$ Donde: %R: Porcentaje de remoción	Porcentaje de remoción	Arsénico	Concentración inicial de arsénico	mg/L	
						Concentración final de arsénico	mg/L	
					Plomo	Concentración inicial de plomo		mg/L

T E		C i: Concentración inicial C f: Concentración final			Concentración final de plomo	mg/L
--------	--	--	--	--	------------------------------	------

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO								Ficha 1. Características de los estudios incluidos en el análisis bibliométrico							
Título				Análisis bibliométrico de la aplicación de biomاسas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.											
Línea de investigación				Calidad y Gestión de los Recursos Naturales											
Responsables				<ul style="list-style-type: none"> Rivera Fernández, Gianella Michell Solorzano Zelaya, Carmen Isabel 								Fecha			
Asesor				Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto											
Biomasa		Condiciones operacionales		Porcentaje de remoción As (%)		Porcentaje de remoción Pb (%)		Resultados		Conclusiones		País		Referencia	


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


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998

Atentamente,

Jhan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



Título	Análisis bibliométrico de la aplicación de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.					
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> Rivera Fernández, Gianella Michell Solorzano Zelaya, Carmen Isabel 					Fecha
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					
Procedencia de la muestra	Color	Concentración de arsénico (As)	Concentración de plomo (Pb)	pH	Observaciones	Autor


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


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998


 Jhón Julio Ordoñez Galaz
 DNI: 08447308



Título	Análisis bibliométrico de la aplicación de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.				
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> Rivera Fernández, Gianella Michell Solorzano Zelaya, Carmen Isabel 			Fecha	
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto				
Biomasa	pH óptimo	Concentración óptima	Tiempo óptimo	Autor	País


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


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



Título	Análisis bibliométrico de la aplicación de biomasas para la remoción de arsénico y plomo en aguas contaminadas.					
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> Rivera Fernández, Gianella Michell Solorzano Zelaya, Carmen Isabel 					Fecha
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					
Concentración inicial de arsénico (As)	Concentración final de arsénico (As)	Concentración inicial de plomo (Pb)	Concentración final de plomo (Pb)	Porcentaje de remoción de As	Porcentaje de remoción de Pb	Autor


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


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

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 estudios incluidos en el análisis bibliométrico**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

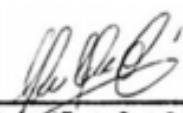
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de noviembre del 2020


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

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 fisicoquímicas del efluente**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de noviembre del 2020


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

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: **Condiciones operacionales de las biomásas**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:


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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de noviembre del 2020


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

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: **Porcentaje de remoción de arsénico y plomo**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de noviembre del 2020


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

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica de Fluidos**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en el análisis bibliométrico**
 1.5. Autor(a) de instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 12 de noviembre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica de Fluidos**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas del efluente**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Camen Isabel**

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, 12 de noviembre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica de Fluidos**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de las biomosas**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

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. SURCIENCIA	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, 12 de noviembre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica de Fluidos**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de arsénico y plomo**
 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

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, 12 de noviembre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, ESTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en el análisis bibliométrico**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de noviembre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, ESTERIO HORACIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas del efluente**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de noviembre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, ESTERIO HORACIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de las biomasas**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de noviembre del 2020


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, ESTERIO HORACIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente/UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Porcentaje de remoción de arsénico y plomo**
- 1.5 Autor(a) de Instrumento: **Rivera Fernández, Gianella Michell / Solorzano Zelaya, Carmen Isabel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de noviembre del 2020


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450