



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**Técnicas de obtención de carbón activado de residuos
lignocelulósicos y su capacidad adsorbente de metales pesados en
aguas residuales**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR(ES):

Galdos Sánchez, Alexandra Mishel (ORCID: 0000-0001-7276-6126)

Vidal Cerin, Christopher Yohn Clark (ORCID: 0000-0002-9919-6036)

ASESOR:

Dr. José Alfredo Cruz Monzón (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Galdos Sánchez Alexandra Mishel:

A mis padres, Nelly Sanchez Campos, Cesar Galdos Germán por el amor y dedicación que me brindaron por confiar y creer en mí, a mi pareja Juan Agreda Tesen, por el apoyo incondicional, moral y por creer en mi capacidad, a mis hermanos Kaori y Leandro quienes son el motivo para seguir de pie y a la familia Sanchez Campos por la motivación constante.

Vidal Cerin Christopher Yohn Clark:

Dedico este trabajo esta tesis a Dios, a mi papá Juan Pablo Vidal Reyna por apoyarme siempre a seguir adelante, he impulsarme en poder convertirme en un profesional y siempre poder estar allí para cualquier duda donde pueda tener. A mi mamá Teresa Esther Cerin Robles por estar siempre apoyándome a que no me rinda en mis estudios, también en impulsarme a seguir adelante y siempre estar conmigo viendo por mi bienestar.

Agradecimiento

Galdos Sánchez Alexandra Mishel:

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría y por caminar conmigo a cada momento de mi vida ,a mi compañero de tesis Christopher Yohn Clark Vidal Cerin por el apoyo constante , a nuestro asesor el Ing. Cruz Monzón José Alfredo por el tiempo, dedicación y vocación hacia nosotros, a la casa de estudios la universidad cesar vallejo quien nos brindó a los mejores docentes para formarnos como excelentes profesionales y finalmente a nuestra directora de escuela la Dra,Magda Rodriguez Yupanqui.

Vidal Cerin Christopher Yohn Clark:

A Dios por darme la vida, la salud y por permitirme estudiar esta hermosa carrera de ingeniería ambiental. A mi compañera Galdos Sánchez Alexandra Mishel por acompañarme en cada trabajo de la carrera. A los ingenieros de la Universidad César Vallejo de Trujillo que fueron quien me ayudaron a brindarme todos sus conocimientos y formarme como profesional.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
índice de contenido	iv
índice de tablas	v
índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización.....	10
3.3. Escenario de estudio	11
3.4. Participantes	11
3.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos	11
3.6. Procedimiento	13
3.7. Rigor científico	15
3.8. Método de análisis de datos	15
3.9. Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de categorización	35
Tabla 2: Criterio de inclusión para selección de artículo	11
Tabla 3: Palabras claves utilizadas para la investigación	12
Tabla 4: Tipos de residuos lignocelulósicos	16
Tabla 5: Condición de producción del carbón activado a partir de residuos lignocelulósicos.....	19
Tabla N° 6: Efectividad de adsorción de metales pesados en agua residual con carbón activado.....	22
Tabla 7: Instrumento de recolección de datos.....	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Procedimiento de la revisión sistemática	14
<i>Figura 2:</i> Diferencia de métodos de activación de carbón activado de residuos lignocelulósicos.....	21
<i>Figura 3:</i> Efectividad del carbón activado según el tipo de agua residual	23

RESUMEN

Las técnicas de producción de carbón activado más difundidas se encuentran entre el proceso químico y físico; también es cierto que se hace necesario discriminar la técnica más eficiente para la adsorción de metales pesados según el tipo de agua. El objetivo propuesto fue evaluar la efectividad del carbón activado en la adsorción de metales pesados en aguas residuales. La investigación fue de tipo básica, descriptiva, cualitativo y longitudinal. El diseño fue no experimental y corresponde a una revisión sistemática sin meta análisis. Se realizó una búsqueda de artículos científicos de acceso libre en las bases de datos Scielo, Google Academic y Dialnet. La aplicación de criterios de inclusión permitió seleccionar 12 artículos correspondientes al periodo 2015 – 2020. Los resultados, muestran que la efectividad del carbón activado obtenido de residuos lignocelulósicos tiene aplicación en aguas industriales, residenciales, textil y de minería cuyos mejores valores reportados corresponden a 458 mg As/g, 71.43 mg Co/g, 98.8 mg Pb/g y 86.76 mg Cu/g respectivamente. Se concluye que la mayor efectividad de adsorción de metales pesados se logra usando residuos de gramínea y que la técnica de producción de carbón activado más utilizado es el método químico, donde la activación con ácido fosfórico es la más factible.

Palabras clave: Carbón activado, residuos lignocelulósicos, aguas residuales, metales pesados.

ABSTRACT

The most widespread activated carbon production techniques are between the chemical and physical process; It is also true that it is necessary to discriminate the most efficient technique for the adsorption of heavy metals according to the type of water. The proposed objective was to evaluate the effectiveness of activated carbon in the adsorption of heavy metals in wastewater. The research was basic, descriptive, qualitative and longitudinal. The design was non-experimental and corresponds to a systematic review without meta-analysis. A search of open access scientific articles was carried out in the Scielo, Google Academic and Dialnet databases. The application of inclusion criteria allowed the selection of 12 articles corresponding to the period 2015 - 2020. The results show that the effectiveness of activated carbon obtained from lignocellulosic waste has application in industrial, residential, textile and mining waters, the best reported values of which correspond to 458 mg As / g, 71.43 mg Co / g, 98.8 mg Pb / g and 86.76 mg Cu / g respectively. It is concluded that the greatest effectiveness of heavy metal adsorption is achieved using grass residues and that the most widely used activated carbon production technique is the chemical method, where activation with phosphoric acid is the most feasible.

Keywords: Activated carbon, lignocellulosic waste, wastewater, heavy metals.

I. INTRODUCCIÓN

En la superficie de nuestro planeta se crean alrededor de 155 mil millones de toneladas de materia orgánica a través del ciclo fotosintético de cada año. Sin embargo, solo un segmento de este problema natural es consumible por el hombre y los ecosistemas, siendo por tanto su mayor parte convertida en estructuras y fuentes diferentes de contaminación ambiental (Bastidias Claudia, 2011 p. 12).

Los lignocelulósicos que acumulan una gran cantidad de residuos de estos productos como desperdicio. Una parte de los usos que pueden tener estos residuos agroindustriales es su aprovechamiento para obtener carbón activado de varios grados de adsorción para dichos usos, por ejemplo, descontaminantes de agua, recuperación soluble, control de descarga, tinción de fluidos, expulsión de olores, retiene reactivos, entre otras aplicaciones (Burgos Gabriela, Jaramillo Jorayma, 2015 p. 16).

Las aguas residuales por lo general vienen siendo siempre un problema que debe eliminarse o por lo general se convierte en una contaminación ambiental alterando las cuencas. Sus rápidos impactos, incluido el debilitamiento de los sistemas biológicos marítimos y las enfermedades transmitidas por el agua por fuentes de agua dulce contaminadas, tiene consecuencias a largo plazo en la salud de las personas. Si seguimos ignorando el tema de las aguas residuales como un problema social y biológico, ponemos en peligro varios esfuerzos realizados para perseguir el acuerdo 2030 para un progreso sostenible. (Un Water, 2017 p. 16).

El 80% de la población latinoamericana vive en áreas urbanas y una gran parte en asentamientos cercanos a fuentes manchadas. Por otra parte, también expresa que el 70% de las aguas residuales en el área latinoamericana no se trata. El agua se extrae, se utiliza y se devuelve totalmente contaminada a los arroyos. El método de las aguas residuales es fundamental para la reutilización del agua, alejarla de su contaminación y la del clima especialmente por sus consecuencias para la creación rural y para el bienestar general. (Gonzales Carlos, Morales Yennyfer, Larios Fernando, 2015 p. 5)

Las técnicas de carbón activado se perciben regularmente en dos métodos, que son la ciencia física y la ciencia. La primera de ellas comienza en la fase de carbonización, la falta de hidratación y la desvolatilización se logran de manera regular, consiguiendo una carbonización con un alto nivel de carbono fijo y una textura absorbente inicial. Durante la carbonización, los componentes no carbonosos, como el H y el O, vigentes en el material crudo, son anulados por la pirólisis del material y las partículas de carbono, se establecen en estructuras micro cristalinas conocidas como "*cristalitos grafiticos naturales*". Entre estos micro cristales hay áreas libres, debido a que su programación es inconcebible. Estas áreas se ven obstaculizados por carbón imperfecto, alquitranes y diferentes restos de la desintegración pirolítica del material celulósico. El segundo se completa de un solo período, calentando una atmósfera inactiva a una mezcla del agente activante con el material de partida. Los componentes más utilizados son: (H_3PO_4) , $(ZnCl_2)$, (H_4SO_4) , a pesar de que poseen agregado sulfuros y tiocianatos de potasio, cloruros de calcio y magnesio, hidróxidos de metales base solubles, entre diferentes compuestos ha sido utilizado, confiando continuamente en el primer material crudo que se utilizará y en el volumen más notable o menos porosidad de algún tipo que necesite adquirir. (Grupo Tar, 2016 p.26)

Es en base a ello que se propone la pregunta ¿Cuáles son las mejores técnicas de producción de carbón activado de residuos lignocelulósicos que demuestran efectividad en la remoción de metales pesados presentes en aguas residuales?

El presente trabajo de investigación se justifica porque pretende compilar varios avances relacionados a las técnicas de carbón activado de residuos lignocelulósicos y su capacidad adsorbente de metales pesados en aguas residuales, en la cual se englobará el vacío de conocimientos acerca del tema de estudio, a través de la revisión sistemática de diferentes estudios para lograr una análisis crítico y sistemático, el cual servirá como una información actualizada para estudios posteriores.

Se propuso como objetivo general evaluar las mejores condiciones de producción de carbón activado y su capacidad adsorbente de metales pesados presentes en aguas residuales en base a una revisión sistemática de literatura de bases

indexadas de acceso libre. Para cumplir con el objetivo general se plantea como objetivos específicos evaluar la efectividad del carbón activado en la adsorción de metales pesados en agua residuales según el tipo de residuo lignocelulósicos utilizado, evaluar la efectividad del carbón activado obtenido de residuos lignocelulósicos según la técnica y metal evaluad y finalmente evaluar la efectividad del carbón activado obtenido del residuo lignocelulósicos según el tipo de agua residual de carbón activado utilizado.

II. MARCO TEORICO

(Arslan Yasin, Kenduzler Erdal, Kabak Burcu y otros, 2017) En su artículo “Determinación de las características de adsorción de la piel de naranja activada con carbonato de potasio para la eliminación de cromo (III)” tuvo como objetivo general determinar las características de adsorción de la piel de naranja activada con carbonato de potasio para la eliminación de cromo (III), la cual se llegó a la conclusión que se completó eficazmente la evacuación de Cr (III) de mezclas líquidas con el carbón activado de la cáscara de naranja utilizado como adsorbente. A medida que se amplió la medida de adsorbente para la evacuación de Cr (III), se amplió adicionalmente la eficacia de la adsorción, pero no se aborda ningún incremento después de la medida de adsorbente de 8g/L de pH y la capacidad de adsorción más elevada se alcanza aproximadamente a pH 3, que también es un valor de pH único de la disposición organizada en esta investigación. Una reducción en la productividad de la adsorción ocurre con un incremento de temperatura. Además, las contemplaciones de adsorción han demostrado que más del 80% de las partículas de Cr (III) se eliminan dentro de los primeros 10 min y se alcanza la armonía dentro de los 60 min; la tasa de adsorción se caracteriza por un segundo modelo dinámico de solicitud. Los resultados han demostrado que el carbonato de carbón activado de la cáscara de naranja se puede utilizar como un adsorbente convincente para eliminar las partículas de cromo del agua. capacidad

(Moreno Juan, Giraldo Liliana, 2011) En su artículo “Adsorción de iones de metales pesados de aguas residuales utilizando carbón activado de cáscara de naranja”, tuvo como objetivo general determinar la adsorción e iones de metales pesados de aguas residuales utilizando carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), la cual se llegó a la conclusión que la adsorción de carbono de la cáscara de naranja tiene el poder de retener de metales Cr_3^+ , Cd_2^+ y Co_2^+ de soluciones acuosas en las concentraciones estudiadas. La evacuación de metales pesados (*cobalto*, *cadmio* y *cromo*) de la solución acuosa era concebible utilizando un carbón activado de cáscara de naranja. Se vio que la adsorción de los cuatro metales ocurrió en algún lugar en el rango de 15 y 25 minutos para los niveles de enfoque contemplados. El pH elegido para una tasa de adsorción ideal es 5.0 para

todas las partículas exploradas. Parece que el carbón activado de cáscara de naranja tiene un límite de adsorción generalmente alto con respecto a estos metales pesados; las sumas adsorbidas por gramo de carbón activado de cáscara de naranja en equilibrio son $28,67 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ para Cd^{2+} , $30,11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ para Cr^{3+} y $45,44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ para Co^{2+} .

(Vera Morocho, 2015), en su artículo titulada “evaluación de adsorción de Pb y Hg en carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz”, tuvo como objetivo general evaluar la adsorción de plomo y mercurio en carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz mediante espectrometría de absorción atómica. A partir de los cuales se elaboraron los carbones activados obtenidos por el proceso de activación química, se dispusieron utilizando corrosivo fosfórico, en una proporción de impregnación de 1: 5 durante una hora; a la temperatura de carbonización de 450°C durante un período de 27 minutos. Razonando que la cáscara de arroz presenta un bajo contenido de humedad (5,88%), basura 18,06%, salida precaria 58,10% y carbono fijo 17,96%, lo que refleja que es un material crudo. ideal para la formación de carbono iniciado a pesar de su gran contenido de carbono fijo bajo, que obtuvo una tasa más alta después de la carbonización.

(García Rebeca, Granilla Yasser, 2017) en su artículo titulado “Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (*Citrus Sinensis Linn Osbeck*), laboratorios de química UNAM-MANAGUA, II semestre 2016” tuvo como objetivo general evaluar las principales condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo usando cáscaras de naranja Valencia mediante tratamiento químico, llegando a la resolución de que la tira de naranja de Valencia es un material crudo esperado para adquirir carbono promulgado debido a su mayor capacidad de carbono (84,68%) y su menor capacidad de escombros (5,44%). El carbono iniciado mejorado obtenido de las tiras de naranja de valencia por promulgación de sustancias (con H_3PO_4) es mesoporoso y tiene grandes atributos de adsorción, equipado para eliminar átomos de tamaño mediano ($\geq 1,5 \text{ nm}$, por ejemplo, aromas y matices.

(Apaza Milenka, Condori Elsa, 2018) en su artículo titulada “obtención de carbón activado a partir de la cascarilla de arroz (*oryza sativa*) modificado químicamente para la remoción de Pb y As presentes en el agua” tuvo como objetivo mejorar la cáscara de arroz que se crea en su país como un punto de acceso probable para la creación de carbono iniciado de primera categoría, dentro de sus objetivos decidió la presentación de la cáscara de arroz para obtener carbono emitido además, decidió así el nivel de expulsión de plomo en el carbón activado de la cáscara del arroz.

(Ruiz Amparo, 2018), en su artículo titulada “Obtención de carbón activado a partir de cáscara de naranja (*Citrus L. Obseck*) y su aplicación como adsorbente de Plomo II en disolución acuosa”, tuvo como objetivo evaluar la ingestión de plomo en la disposición de fluidos en condiciones de centro de investigación a través del carbón activado producido utilizando una tira de naranja (*Citrus L.* la planificación del carbón iniciado, debido a su bajo contenido de escombros, alta sustancia inestable y espesor de prensado y mayor proporción de impregnación durante la creación de carbón activado, da un límite marginalmente más alto. adsorción normal y nivel de adsorción normal más alto de Pb (II).

(Bonilla Humberto, Tejada Candelario, Del Pinto Jenny, 2017) en su artículo titulada “Obtención de isothermas de adsorción de plomo (II) del efluente minero Rio Anticona – Cerro de Pasco utilizando el carbón activado de cáscara de naranja”, tuvo como objetivo general es decidir el impacto del pH y el lapso de relación en la asimilación de Pb (II) proveniente de la emanación minera del Hidrovía Anticona-Cerro de Pasco, utilizando la franja naranja como esponjosa, la cual se llegó a la conclusión que la franja naranja tiene los atributos importante, donde es considerado como un adsorbente decente para la adsorción de partículas de Pb (II), debido a su alto contenido de carbono fijo, su alta accesibilidad y mínimo esfuerzo, también se considera como un antecedente de vecindad natural y el mayor límite de adsorción de Pb (II) partículas fue de 478,5 mg / L, lo que representa una adecuación del 95,7%, lo que indica que las reuniones utilitarias, por ejemplo, carboxilo, hidroxilo, carbonilo y la zona de superficie de 1626,44 m² / g son los especialistas en adsorción esenciales.

(Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017) en su artículo

titulada “Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco”, tuvo como objetivo general determinar la capacidad de adsorción del carbón activado obtenido a partir de la concha de coco para separar níquel y cobalto, la cual se llegó a la conclusión que la evaluación de los modelos de Langmuir, Freundlich y Temkin, con los datos de las isothermas de adsorción obtenidas probablemente a tres niveles de pH, permitió afirmar que las isothermas de armonía contra la adsorción de Co (II) provocaron una rabieta en el modelo. por Langmuir, obteniendo límites de adsorción más extremos en algún lugar en el rango de 33,33 y 71,43 mg de Co / g de CAG; la adsorción es totalmente aceptable, con un RL evaluado mucho más bajo que el de la solidaridad (algún lugar en el alcance de 0,00119 y 0,00573), lo que demuestra que hay una alta inclinación adsorbato-adsorbente. Los resultados de equilibrio identificados con la adsorción de Ni (II) provocaron una rabieta en el modelo de Freundlich. Los medidores de KF obtenidos fueron 15,86 y 17,60 mg / g pH 3 y 5, con gran adsorción, con valoraciones de $1/n$ en algún lugar en el rango de nada y uno. El carbono procedente de cáscaras de coco mostró razonablemente como adsorbente de níquel y cobalto presentes en los planes de sulfato, siendo un procedimiento asombroso para el tratamiento de aguas residuales manchadas con estos importantes metales.

El bagazo de caña (*Sacharum Officinarum L.*) según (Vargas Jesús, Salazar Edgar, Barrientos Lucia, y otros, 2015) nos menciona que es un despilfarro subutilizado que se genera en grandes cantidades de plantas azucareras e instalaciones industriales de papeleras. Es una combinación de células de parénquima, vasos y pequeñas hebras. Su contenido de almidón y lignina se parece al paquete de fibra. La cáscara de coco según (Carlos Flore, Karina Ruiz, Patricia Espinoza, 2017) nos dice que tiene una gran dureza, muy bien puede ser utilizada en secciones de lecho fijo o lecho móvil, con un mínimo de perdidas insignificantes en las medidas de descarga y recuperación. Es muy potente en la limpieza del agua potable, envasada y restante, para la eliminación de olores, sabores y matices, disminuye los grados de cloro presente en el agua. También se puede utilizar en la desinfección del aire, eliminando olores y una buena cantidad de gases o solventes naturales, ayuda en la limpieza de gases inflamables, adsorbiendo sulfuro de hidrógeno profundamente venenoso.

La cáscara de arroz según (Apaza Milenka, Condori Elsa, 2018) en su artículo describe que es un residuo del arroz que representa aproximadamente el 26% en peso del grano de arroz. La cáscara de arroz es una fibra corta que normalmente cubre el grano para protegerlo de la tierra. Su longitud va de 5 a 11 mm (dependiendo de la especie considerada), tiene una estructura ondulada y un aspecto superficial poco común. Su estructura tiene un volumen vulnerable del 54%, pozos que permanecerán cerrados hasta que esté disponible un ciclo inicial; Su coeficiente de conductividad cálida permite hacer alarde de su sensibilidad como la pieza fundamental de los contornos de garantía cálida. Tiene una conducta ignífuga, es decir, no consume sin esfuerzo y no genera fuego mientras consume. A fin de cuentas, este ángulo, al igual que su alta seguridad bioquímica, se debe a la forma en que es la fibra vegetal con la sustancia más destacada de los 30 minerales, así como su gran agrupación de silicio (90 a 97% SiO).

La cáscara de naranja según (Cozar Anny, Mucha Luis, 2011) nos dice que Son una fuente abundante de carbohidratos que tienen numerosas propiedades útiles para el bienestar, un tipo de carbohidratos en la cáscara de naranja tiene propiedades "prebióticas". Estos azúcares prebióticos, también llamados oligosacáridos, se encuentran en alimentos específicos cultivados del suelo. Los prebióticos son variedades de alimentos no absorbibles o suplementos que aumentan el desarrollo de microorganismos probióticos útiles en el órgano digestivo.

El carbón activado según (Carriazo Jose, Saavedra Martha, Molina Manuel, 2010 p.1) nos menciona que El término carbón activado alude a carbones excepcionalmente permeables hechos de materiales ricos en carbono, a través de varios tipos de incitación física o de ingeniería. La obtención de carbones iniciados a partir de material lignocelulósico se utiliza comúnmente en el negocio de la manufactura debido al esfuerzo y extravagancia insignificantes de este tipo de material en la naturaleza. Además, este tipo de antecedente es significativo a la luz del hecho de que permite la adquisición de carbones iniciados con porosidad fluctuante dependiendo de las condiciones de actitud, por ejemplo, temperatura y tiempo de actuación.

El metal pesado según (Reyes María, Alvarado Alicia, Antuna Dora, y otros, 2012

p. 2) se caracteriza por sus propiedades físicas en estado fuerte, por ejemplo, reflectividad, alta conductividad eléctrica y en su interior venenosidad, las mezclas metálicas y metaloides ocurren en otras fases de oxidación en agua, aire y suelo ya que muestran otros grados de reactividad, carga iónica y solvencia en agua.

El plomo (Pb) según (ATSDR, 2007 p. 1) es un metal sustancial tóxico para la salud de las personas, con una temperatura de disolución baja, con un sombreado azul oscuro que ocurre normalmente en la capa exterior del mundo. En cualquier caso, rara vez se encuentra en la naturaleza como metal. Se encuentra comúnmente en mezcla con al menos dos componentes diferentes para dar forma a mezclas de plomo.

La adsorción según (Tejada Candelaria, Villabona Ángel, Jarces Luz, 2014 p. 4) define que es un ciclo fisicoquímico que incorpora las maravillas de la adsorción e ingestión de átomos y partículas. Esta excéntrica técnica busca principalmente la evacuación de metales pesados en aguas residuales del área mecánica, utilizando diversos materiales de origen orgánico (vivos o muertos) como absorbentes, por ejemplo, crecimiento verde, parásitos, microorganismos, tiras de productos orgánicos, artículos hortícolas y algunos tipos de biopolímeros.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de nivel básica cualitativa descriptiva, la cual tuvo como finalidad buscar nuevos conocimientos que servirán de base para otros investigadores y así enriquecer el conocimiento científico.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación se ejecutó de manera no experimental. donde se revisó artículos elaborados a base de datos indexadas, es así que se recolecto los datos encontrados de fuentes confiables y en donde estos datos se usaron para cumplir con los objetivos que se planteó en este trabajo de investigación. Esto es un trabajo de investigación no experimental debido a que no se hizo la manipulación de ninguna variable en esta investigación y por lo tanto no se espera ninguna respuesta de la otra variable.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

3.2.1. Categorías

- Tipos de residuos lignocelulósicos que tengan capacidad de remoción de metales pesados.
- Tipos de técnicas de producción de carbón activado.
- Identificar las mejores técnicas de obtención de carbón activado con elevada capacidad de remoción de metales.

3.2.2. Subcategorías

- Cáscara de arroz, Bagazo de caña de azúcar, Cáscara de coco, cáscara de naranja.
- Reactivación con gases calientes, Reactivación con ácido, Reactivación con CO_2 .

3.2.3. Matriz de categorización

La matriz de categorización se encuentra en el anexo 1

3.3. Escenario de estudio

El presente proyecto fue conformado por los artículos científicos de base de datos indexadas que refieren al tema de investigación. Por la cual se adjuntó la mayor información posible con criterios de validez y rigor científico, a través de una revisión sistemática.

3.4. Participantes

Estuvo conformado por los artículos científicos que han seleccionado a través de criterios de inclusión como:

Tabla 2: Criterio de inclusión para selección de artículo

Criterio de inclusión	Definición
Tipo de literatura	Artículos científicos
Año de publicación	2015 - 2020
Tipo de idioma	Español e inglés
Tipo de acceso	Acceso libre

Fuente: *Elaboración propia*

3.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos

La técnica utilizada es el análisis documental, ya que una técnica académica que propone escalar a un resultado o informe discrecional que va de agente o un dispositivo de seguimiento obligatorio entre el primer registro y el usuario que lo solicita. Esto se debe a la forma en que el documentalista debe completar un ciclo de traducción e investigación de los datos en los archivos y luego ordenarlos. Así mismo se utilizó la estrategia de análisis documental ya que se ajusta a la auditoría precisa a la que se une los artículos que se asocian al tema. Por otra parte, el instrumento de recolección de datos se creará una hoja de registro de información.

Tabla 3: Palabras claves utilizadas para la investigación

Base de datos	Palabras clave en español	Palabras clave en inglés
Scielo	“Plomo “ ;“Carbón activado “ ;“cáscara de naranja “ ;“cáscara de coco “ ;“absorción “ ;“bagazo de caña “ ;“cáscara de arroz “ ;“Técnicas de carbón activado “ ;“absorción de metales pesados “ ;“Absorción de plomo con carbón activado”	"Lead" ;"Activated carbon" ;"orange shell" ;" Coconut shell" ;"absorption" ;"cane bagasse" ;"rice husk" ;"activated carbon techniques" ;"heavy metal absorption" ;"lead absorption with activated carbon"
Google academic	“Plomo ” ;“Carbón activado ” ;“ cáscara de naranja ” ;“ cáscara de coco ” ;“absorción ” ;“bagazo de caña ” ;“ cáscara de arroz ” ;“Técnicas de carbón activado ” ;“absorción de metales pesados ” ;“Absorción de plomo con carbón activado ” ;“Artículos en ingles de carbón activado”	"Lead" ;"Activated carbon" ;"orange shell" ;" Coconut shell" ;"absorption" ;"cane bagasse" ;"rice husk" ;"activated carbon techniques" ;"heavy metal absorption" ;"lead absorption with activated carbon" ;"Articles in English of activated carbon"
Dialnet	“Carbón activado de residuos lignocelulósicos”	“Activated carbon from lignocellulosic waste”

Fuente: *Elaboración propia*

3.6. Procedimiento

La investigación se desarrolló utilizando palabras claves para la búsqueda de artículos científicos de bases de datos indexadas, donde se realizó un criterio de incursión observando los tipos de literatura, año de publicación, tipo de idioma, tipo de acceso, tipo de residuo agroindustrial y tipo de metales pesados. Luego se procedió a evaluar una revisión de las bases obtenidas para asegurar de que no se encuentren artículos repetidos o artículos que no tengan relación con el proyecto, creando un segundo bosquejo donde se colocaron los artículos que cumplieron con los objetivos planteados.

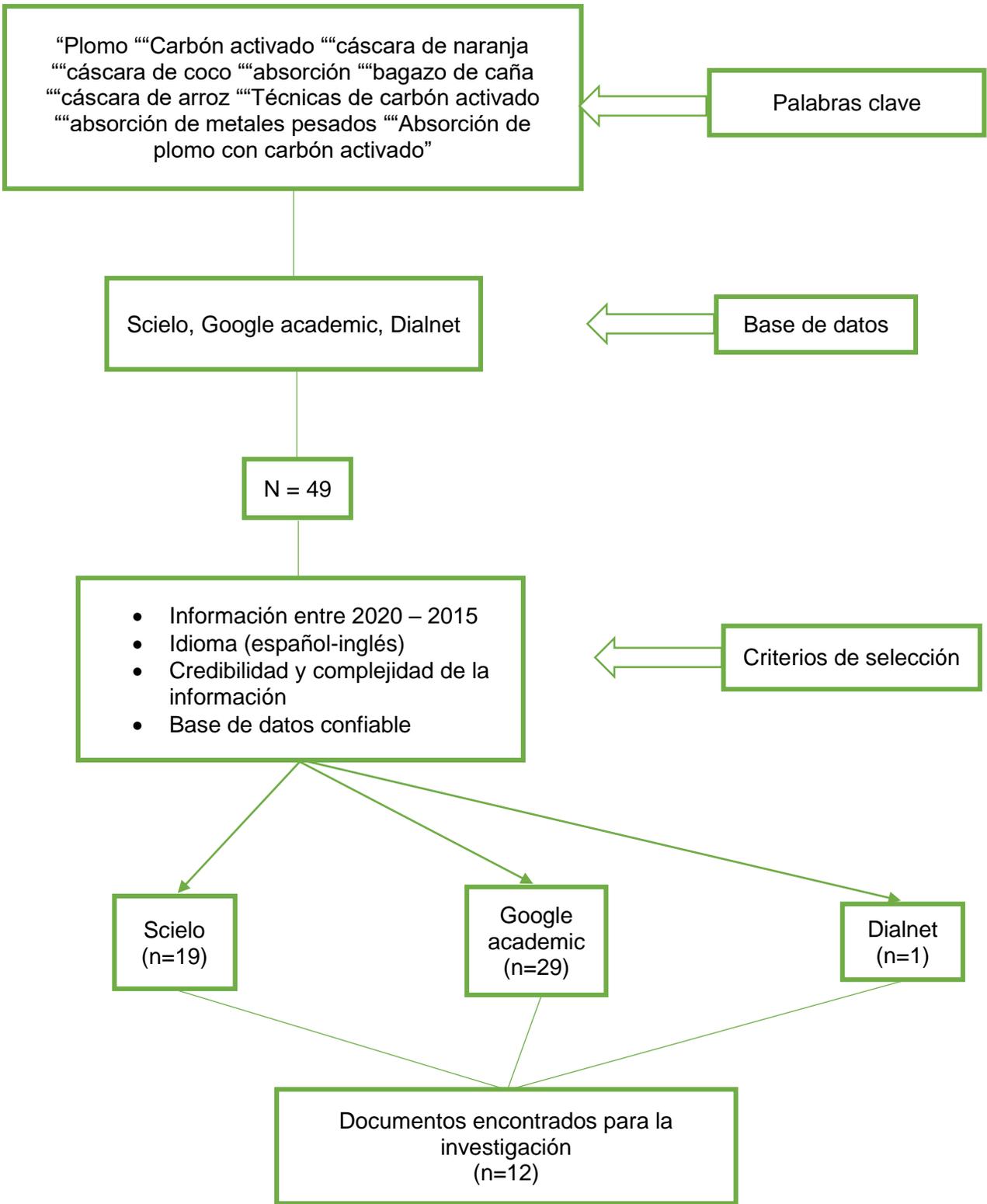


Figura 1: Procedimiento de la revisión sistemática

Fuente: Elaboración propia

3.7. Rigor científico

El trabajo de investigación se consideró el uso de conceptos científicos que se presentó en la base de datos indexadas donde la validez y la confiabilidad tuvo que ser garantizada y confiable, para ello los artículos científicos se obtuvieron en páginas viables, donde la reputación científica es altamente exigente, ya que la información que se obtuvo son elaborados por profesionales expertos en el tema. Así mismo, se respeta los lineamientos de investigación propuestos por parte de la universidad Cesar Vallejo.

3.8. Método de análisis de datos

La identificación de los artículos se realizó una tabulación donde se adjuntó los artículos científicos en una hoja de cálculo, creando una ficha de recolección de datos y eligiendo los artículos científicos que se asemejan a los objetivos propuestos.

3.9. Aspectos éticos

De acuerdo a los valores de integridad, se garantizó que se citó cuidadosamente con la identidad de cada autor que se sustrajo la información de los siguientes trabajos mencionados, garantizando que en este proyecto ha cumplido con las expectativas que ha proporcionado la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Tipo de residuos lignocelulósicos para la producción de carbón activado

Tabla 4: Tipos de residuos lignocelulósicos

Nº	Autor	Categoría	Sub categoría	Tipo de residuo	Metal pesado	Capacidad de adsorción (mg/g)
1	Julio Omar Prieto García, Noor Gehan Geulumussein, Ariel Pérez Leiva, Eugenio Martínez Albelo, Mixary Enríquez García	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Bagazo de caña de azúcar	Níquel	6.8
2	Apaza Milenka; Condor, Elsa	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Cáscara de arroz	Níquel	72.92
3	Mejia Mari Victoria Vidal	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Bagazo de caña de azúcar	Plomo	274.5
4	Pereira Guanuche Freddy ; Cedeño Sares Luis; Romerosa Nieves Antonio; Matamoros Morales Miguel	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Cáscara de arroz	Cobre	86.76
5	Gonzales Navarrete Bárbara Daniela	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Cáscara de arroz	Arsénico	458
6	Vera Vanessa, Morocho Diego	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Cáscara de arroz	Mercurio	0.91
7	De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, Lucia Guadalupe; Sosa Olivier, José Aurelio; Laines Canepa, José Ramón	Residuo lignocelulósico	Gramínea	Bagazo de caña de azúcar	Arsénico	354.6
8	RUIZ MENENDEZ, Amparo Patricia	Residuo lignocelulósico	Rutacaea	Cáscara de naranja	Plomo	20

9	Bonilla Mancilla Humberto Dax; Tejada Tovar Candelaria; Del Pino Moreyra Jenny	Residuo lignocelulósico	Rutaceae	Cáscara de naranja	Plomo	98.8
10	Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan	Residuo lignocelulósico	Rutaceae	Cáscara de naranja	Cromo	74.8
11	Margarita Penedo Medina, Enma Michel Manals Cutiño, Frank Vendrell Calzadilla, Dolores Salas Tort	Residuo lignocelulósico	Arecaceae	Cáscara de coco	Cobalto	71.43

Fuente: *Elaboración propia*

Según los tipos de residuos lignocelulósicos usados en la elaboración de carbón activado de la sub categoría gramínea, se observa en la figura 01, que en el artículo de (Gonzales Bárbara, 2017) utilizaron el residuo de cáscara de arroz, optando con el mayor nivel de adsorción de 458 mg As/g. Posteriormente para la elaboración de carbón activado de la sub categoría rutaceae, se observa en la figura 1, que en el artículo de (Bonilla Humberto, Tejada Candelaria; Del Pino Jenny, 2017) utilizaron el residuo de cáscara de naranja, optando con el mayor nivel de adsorción de 98.8 mg Pb/g. Por otro lado, según el artículo (Ruiz Amparo, 2018) utilizó el mismo residuo lignocelulósicos la cual dio como resultado con el menor nivel de adsorción de 20 mg Pb/g; es decir, que el nivel de adsorción depende de la estructura microporosa del cual se obtiene el carbón activado y a su vez depende el tipo de metal pesado que se quiere adsorber. Finalmente, en la elaboración de carbón activado de la sub categoría muisacaea, se observa en la figura 1, que en el artículo de (Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017) utilizaron el residuo de cáscara de coco, optando con el mayor nivel de adsorción de 71.43 mg Co/g. El nivel de adsorción depende de la estructura microporosa del cual se obtiene el carbón activado y a su vez depende el tipo de metal pesado que se quiere adsorber.

4.1.2. Condiciones de producción de carbón activado según la técnica y metal evaluado

Tabla 5: Condición de producción del carbón activado a partir de residuos lignocelulósicos

N°	Autor	Tipos de residuos	Método de activación	T(°C)	Tiempo(h)	Agente activante	Metal adsorbido	Capacidad de adsorción (mg/g)
1	Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan	Cáscara de naranja	Química	50	24	H ₃ PO ₄	Cromo	74.8
2	Apaza Milenka; Condor, Elsa	Cáscara de arroz		60	1	H ₃ PO ₄	Níquel	72.92
3	Ruiz Menendez, Amparo Patricia	Cáscara de naranja		60	3	H ₃ PO ₄	Plomo	20
4	Bonilla Mancilla Humberto Dax; Tejada Tovar Candelaria; Del Pino Moreyra Jenny	Cáscara de naranja		70	2	H ₃ PO ₄	Plomo	98.8
5	Vera Vanessa, Morocho Diego	Cáscara de arroz		450	4	H ₃ PO ₄	Mercurio	0.91
6	Gonzales Navarrete Bárbara Daniela	Cáscara de arroz		550	16	H ₃ PO ₄	Arsénico	458
7	Julio Omar Prieto García, Noor Gehan Geulamussein, Ariel Pérez Leiva, Eugenio Martínez Albelo, Mixary Enríquez García	Bagazo de caña de azúcar		800	2	H ₃ PO ₄	Níquel	6.8
8	Pereira Guanuche Freddy ; Cedeño Sares Luis; Romerosa Nievas Antonio; Matamoros Morales Miguel	Cáscara de arroz		450	½	H ₃ PO ₄ 85%	Cobre	86.76
9	Margarita Penedo Medina, Enma Michel Manals Cutiño, Frank Vendrell Calzadilla, Dolores Salas Tort	Cáscara de coco		600	2	Vapor de agua	Cobalto	71.43
10	De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, Lucía Guadalupe; Sosa Olivier, José Aurelio; Laines Canepa, José Ramón	Bagazo de caña de azúcar	Física	600	2	Vapor de agua	Arsénico	354.6
11	Mejía Mari Victoria Vidal	Bagazo de caña de azúcar		800	4	CO ₂	Plomo	274.5

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 5 se observa la mayor eficiencia de la técnica química de obtención de carbón activado. En el primer caso podemos observar que según (Gonzales Bárbara, 2015), ha utilizado cáscara de arroz, aplicando el método de reactivación con ácido, utilizando el indicador de H_3PO_4 , a su vez ha adsorbido el metal pesado de arsénico con una capacidad de adsorción de 458mg As/g. Luego según (Bonilla Humberto, Tejada Candelaria, Del Pino Jenny, 2017), ha utilizado cáscara de naranja, aplicando el método de reactivación con ácidos, utilizando el indicador de H_3PO_4 y a su vez adsorbido el metal pesado de plomo en un 98.8 mg Pb/g de adsorción. Finalmente, (Pereira Freddy, Cedeño Luis, Romerosa Antonio, y otros, 2017), ha utilizado cáscara de arroz, aplicando el método de reactivación con ácido, utilizando el indicador H_3PO_4 , a su vez adsorbido el metal pesado de mercurio con una capacidad de adsorción de 0.91 mg/g. La técnica física nos indica primero que (De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, y otros, 2015), ha utilizado el bagazo de caña de azúcar, aplicando el método de vapor de agua, a su vez ha adsorbido el metal pesado de cobre con una capacidad de adsorción de 86.76 mg Cu/g. Luego según (Mejía Victoria, 2018), ha utilizado el bagazo de caña de azúcar, aplicando el método de dióxido de carbono, a su vez ha adsorbido el metal pesado de plomo con una capacidad de adsorción de 274.5mg Pb/g. Finalmente según (Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017), ha utilizado la cáscara de coco, aplicando el método de vapor de agua, a su vez ha adsorbido el metal pesado de cobalto con una capacidad de adsorción de 71.43mg Co/g.

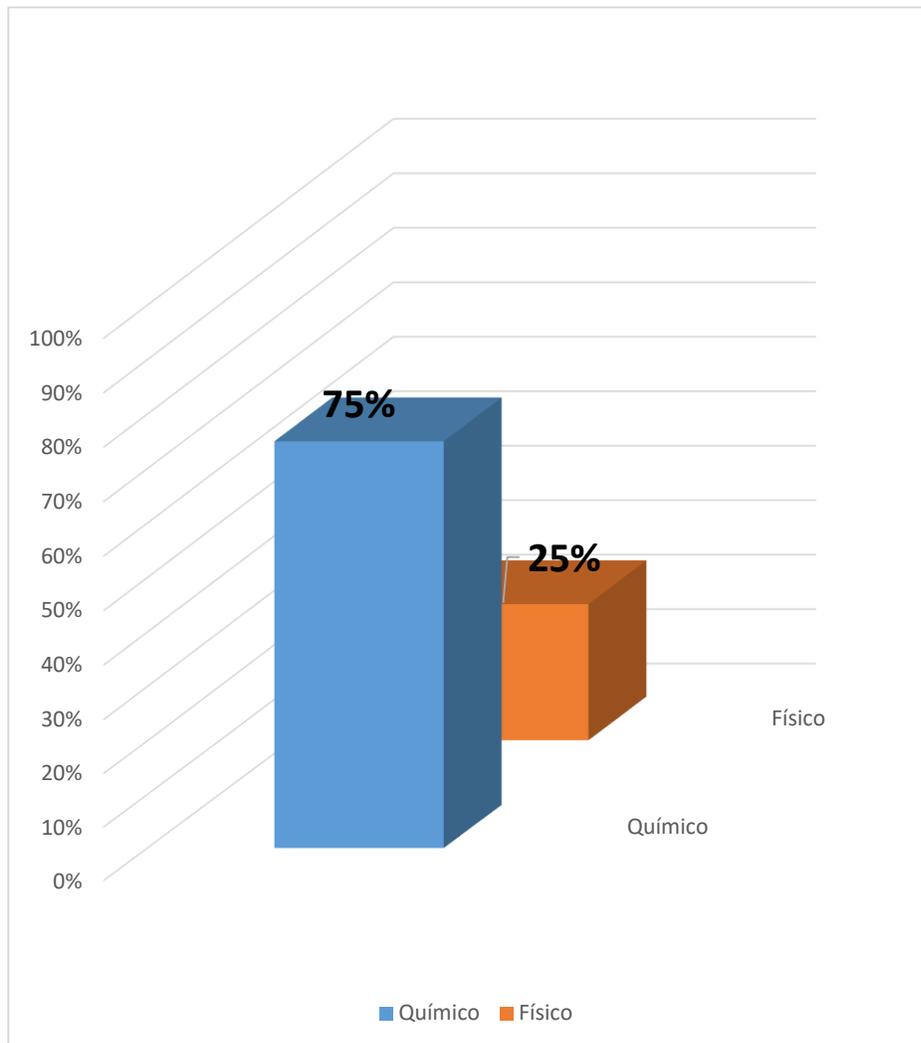


Figura 2: Diferencia de métodos de activación de carbón activado de residuos lignocelulósicos

Fuente: *Elaboración propia*

Según la figura 03, se observó que la diferencia de métodos de activación de carbón activado hay un 50% entre física y química, donde el método de activación física está en un 25 % y química e un 75%, es decir que la activación química fue la más eficaz y recurrente para elaborar carbón activado

4.1.3. Efectividad del carbón activado según el tipo de agua residual

Tabla N° 6: Efectividad de adsorción de metales pesados en agua residual con carbón activado

N°	Autor	Metal pesado	Agua residual	Capacidad de adsorción(mg/g)
1	Julio Omar Prieto García, Noor Gehan Geulamussein, Ariel Pérez Leiva, Eugenio Martínez Albelo, Mixary Enríquez García	Níquel	Residencial	6.8
2	Apaza Milenka; Condor, Elsa	Níquel	Agroindustrial	72.92
3	Mejia Mari Victoria Vidal	Plomo	Agroindustrial	274.6
4	Pereira Guanuche Freddy ; Cedeño Sares Luis; Romerosa Nieves Antonio; Matamoros Morales Miguel	Cobre	Textil	86.76
5	Gonzales Navarrete Bárbara Daniela	Arsénico	Agroindustrial	458
6	Vera Vanessa, Morocho Diego	Mercurio	Industria minera	0.91
7	De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, Lucía Guadalupe; Sosa Olivier, José Aurelio; Laines Canepa, José Ramón	Arsénico	Agroindustrial	354.6
8	Ruiz Menendez, Amparo Patricia	Plomo	Residencial	20
9	Bonilla Mancilla Humberto Dax; Tejada Tovar Candelaria; Del Pino Moreyra Jenny	Plomo	Industria minera	98.8
10	Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan	Cromo	Agroindustrial	74.8
11	Margarita Penedo Medina, Enma Michel Manals Cutiño, Frank Vendrell Calzadilla, Dolores Salas Tort	Cobalto	Residencial	71.43

Fuente: *Elaboración propia*

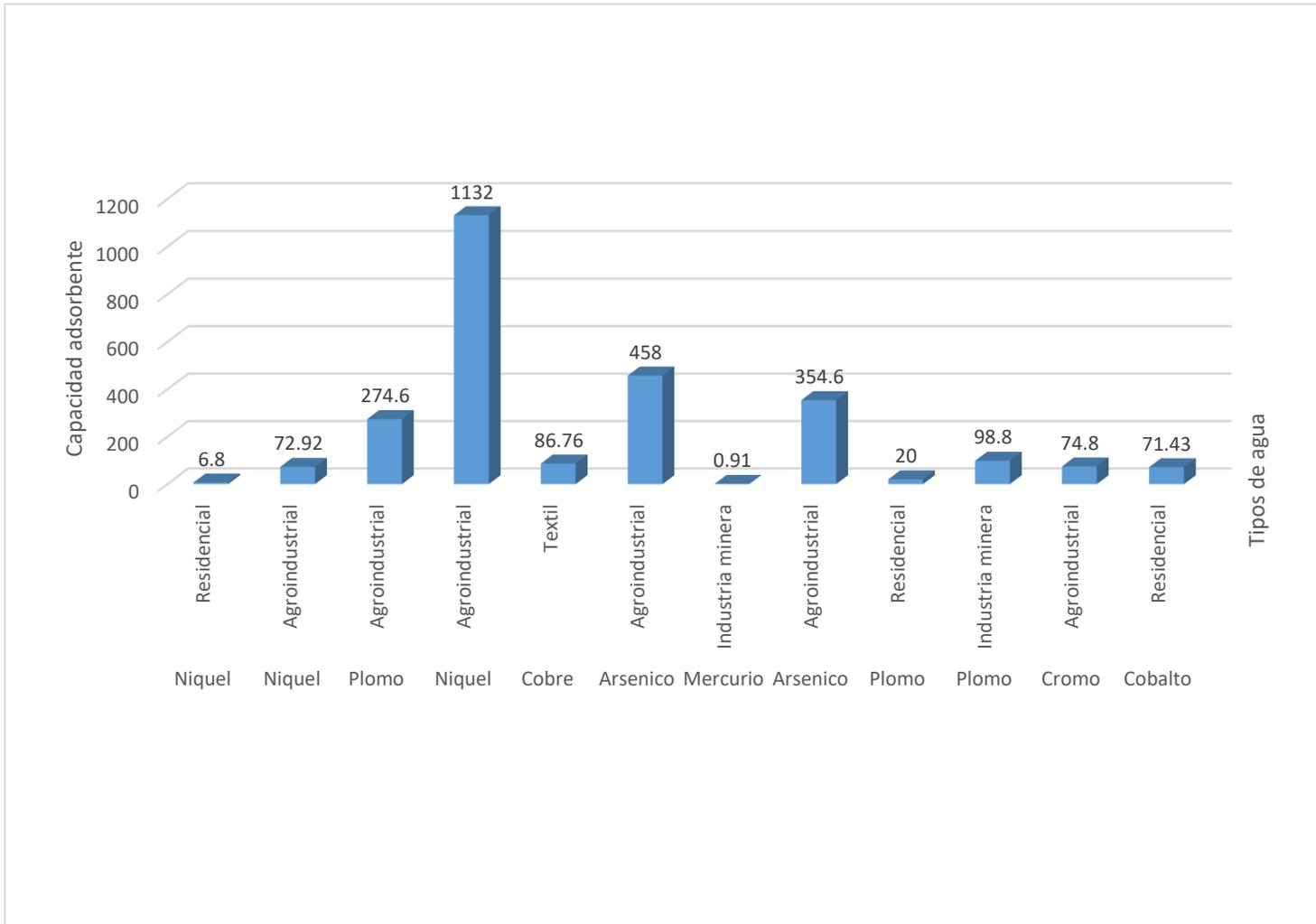


Figura 3: Efectividad del carbón activado según el tipo de agua residual

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 6 se observa la mayor eficiencia de técnica de obtención de carbón activado. En el primer caso podemos observar que según (Julio Prieto, Noor Geulamussein, Ariel Pérez, otros, 2020), ha utilizado el bagazo de caña de azúcar, aplicando en agua residencial para determinar níquel lo cual adsorbió un 6.8 mg Ni/g. Por ello (Ruiz Patricia, 2018), ha utilizado cáscara de naranja ,aplicándolo en agua residencial para determinar el metal pesado de plomo lo cual adsorbió un 20mg Pb/g, así mismo (Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017), ha utilizado la cáscara de coco, aplicando en agua residencial para determinar cobalto, lo cual adsorbió un 71.43mg Co/g. por lo tanto (Apaza Milenka, Condor Elsa, 2018), ha utilizado cáscara de arroz, aplicado en agua agroindustrial para determinar níquel lo cual adsorbió 72.92mg Ni/g además (Mejía Victoria, 2018), ha utilizado cáscara de arroz, aplicando en agua agroindustrial para determinar plomo lo cual adsorbió un 274.6mg Pb/g. Al respecto (Gonzales Bárbara, 2017), ha utilizado cáscara de arroz, aplicando en aguas agroindustriales para determinar arsénico, lo cual adsorbido 458 mg As/g, en cuanto (De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, y otros, 2015) ha utilizado bagazo de caña de azúcar, aplicando en aguas agroindustriales para determinar arsénico lo cual adsorbió 354.6mg As/g, de esta manera (Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan, 2015), ha utilizado cáscara de naranja, aplicando en aguas agroindustriales determinando cromo en un 74.8 mg Cr/g, en efecto (Vera Diego, 2015), ha utilizado cáscara de arroz, aplicando en aguas de industriales mineras para determinar mercurio ,lo cual adsorbió 0.91mg Mg/g, es así como (Bonilla Humberto, Tejada Candelaria, Del Pino Jenny, 2017) ha utilizado cáscara de naranja, aplicando en aguas industriales mineras para determinar plomo, lo cual adsorbió 98.8 mg Pb/g. Finalmente (Pereira Freddy, Cedeño Luis, Romerosa Antonio, y otros, 2017) ha utilizado cáscara de arroz, aplicando en aguas textil, para determinar cobre, lo cual adsorbió un 86.76mg Cu/g.

4.2. Discusión

En el proceso de investigación de artículos científicos se ha obtenido información útil de obtención de técnicas de obtención de carbón activado de residuos lignocelulósicos y su capacidad adsorbente de metales pesados en aguas residuales, la cual se obtuvo artículos en el periodo 2015-2020.

La capacidad adsorbente del carbón activado depende mucho de la condición de producción de carbón activado dependiendo sus métodos las cuales son: reactivación con gases calientes, reactivación con ácidos y reactivación con CO₂, por otro lado, también va de la mano según las características del carbón activado, la cual se observa la humedad, material volátil, carbón fijo, densidad y ceniza. En otras palabras, mientras la porosidad del carbón activado tenga una mayor área superficial disponible mejor adsorbente podrá ser.

En primer lugar según la tabla 4 se puede apreciar que, el residuo lignocelulósicos se seleccionó 3 tipos de familias: gramínea, rutácea y arecácea, en la cual se observa que (Gonzales Bárbara, 2017) ha utilizado la cáscara de arroz de la familia gramínea, la cual adsorbió níquel en una cantidad de adsorción de 458mg Ni/g, luego (Bonilla Humberto, Tejada Candelaria, Del Pino Jenny, 2017) ha utilizado cascara de naranja de la familia rutácea, la cual adsorbió plomo en una cantidad de 98.8 mg Pb/g. Por otro lado, se encontró en la cascara de coco se observó que según (Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017) ha utilizado cascara de coco de la familia arecácea, la cual adsorbió cobalto en una cantidad de adsorción de 71.43mg Co/g.

Según la tabla 5 se puede apreciar que la efectividad del carbón activado de residuo lignocelulósicos se ha utilizado más el método de activación química a un 90% en la cual se encontró en los artículos elegidos, por otro lado, solo se encontró un 30% de método de activación física. Por ello vemos que el método de activación química es el más utilizado para la producción de carbón activado siendo más adecuada, factible. Como podemos apreciar en la tabla 5 vemos diferentes tipos de metales pesados, donde los indicadores

de adsorción no son iguales aun teniendo los mismos residuos lignocelulósicos, esto quiere decir que el nivel de adsorción también tiene relación con el tipo de metal pesado en la cual se quiere adsorber, ya que como se sabe la densidad de los metales pesados son diferentes y por ello el nivel de adsorción son diferentes.

Finalmente, en la tabla 6 se aprecia que en la agroindustria según los artículos de (Apaza Milenka, Condor Elsa, 2018), (Mejia Victoria, 2018), (Gonzales Navarrete Daniela, 2017), (De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, y otros, 2015), (Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan, 2015) se observa que los siguientes metales adsorbidos la cuales son: Níquel, plomo, arsénico y cromo. Según (Mejia Victoria, 2018) ha usado el bagazo de caña de azúcar adsorbiendo plomo en una cantidad de 274.6mg Pb/g, (Tejada Candelaria; Herrera Adriana; Núñez Juan, 2015) ha usado cascara de naranja adsorbiendo Cromo en una cantidad de 74.8mg Cr/g. Por otro lado, vemos que (Apaza Milenka, Condor Elsa, 2018) ha usado cascara de arroz adsorbiendo Níquel en una cantidad de 72.92mg Ni/g. Pasando al arsénico en la agroindustria vemos que según (Gonzales Navarrete Daniela, 2017) y (De La Cruz Pérez, Ana Guadalupe; Martínez Domínguez, y otros, 2015) utilizaron cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar, donde adsorbieron 458mg As/g y 354.6mg As/g, la cual da a entender que para adsorber el arsénico en la agroindustria usar estos dos residuos lignocelulósicos es factible. Pasando a la parte de agua residual residencial vemos que (Julio Prieto, Noor Gehan, Ariel Pérez, y otros, 2020) ha usado bagazo de caña de azúcar adsorbiendo níquel en una cantidad de 6.8mg Ni/g, (Ruiz Amparo, 2018) ha usado cascara de naranja adsorbiendo plomo en una cantidad de 20mg Pb/g, (Margarita Penedo, Enma Manals, Frank Vendrell y otros, 2017) ha usado cascara de coco adsorbiendo cobalto en una cantidad de 71.43mg Co/g. En la industria minera según (Vera Morocho, 2015) ha usado cascarilla de arroz adsorbiendo mercurio en una cantidad de 0.91mg Hg/g y según (Bonilla Humberto, Tejada Candelaria, Del Pino Jenny, 2017) ha usado cascara de naranja adsorbiendo plomo en una cantidad de 98.8mg Pb/g, aquí se ve que para la adsorción de plomo es muy factible usar

la cascarilla de arroz y para adsorber mercurio no es factible usar cascarilla de arroz. Finalmente, para la industria textil, según (Freddy Pereira, Luis Cedeño, Antonio Romerosa, y otros, 2017) ha usado cascarilla de arroz adsorbiendo cobre en una cantidad de 86.76 mg Cu/g.

Como podemos ver hay varios tipos de adsorción tanto para agroindustria, residencial, minera y textil, en la cual esto depende del tipo de residuo lignocelulósico en la cual se va aplicar la adsorción, entonces la efectividad de adsorción es depende del metal y producción de carbón activado.

V. CONCLUSIONES

- Los carbones activados que presentan mayor efectividad en la remoción de metales pesados según el tipo de residuo utilizado son: gramínea, rutaceae y arecaceae, cuyos valores reportados máximos son: 458 mg As/g; 98.8 mg Pb/g y 71.43 mg Co/g.
- En base a los artículos del estudio se puede afirmar que las técnicas de producción de carbón activado más utilizadas son las del método químico con un 75%, donde la reactivación con ácido fosfórico es la más factible y que además, el menos usado es el método físico por presentar baja capacidad de adsorción.
- En el caso del agua residual agroindustrial el carbón activado que muestra mayor efectividad es la cáscara de arroz que alcanzando valores máximo de 458 mg As/g, para las aguas residuales residenciales el carbón activado del residuo de la cáscara de coco alcanza un valor máximo de 71.43 mg Co/g, para las aguas residuales mineras el carbón activado del residuo de la cáscara de naranja alcanza un valor máximo de 98.8 mg Pb/g y finalmente para las aguas residuales textiles el carbón activado del residuo de la cáscara de arroz alcanza un valor máximo de 86.76 mg Cu/g.

VI. RECOMENDACIONES

- Actualizar la base de los artículos de obtención de carbón activado con los residuos lignocelulósicos de cáscara de coco y cáscara de naranja.
- Realizar dos bosquejos en la cual se coloquen los artículos encontrados para la revisión del caso y determinar los artículos de investigación las cuales cumplen con los objetivos que se planteen en el momento.
- Actualizar la información sobre el residuo lignocelulósicos de la cáscara de coco, para obtener datos relevantes y producir carbón activado con este residuo lignocelulósicos, la cual permitirá de referencias que sirvan para investigaciones futuras.
- Plasmar una investigación aplicando de manera experimental, de la cual se demostrará en el laboratorio que tipo de técnica es la más eficiente y ver la adsorción de metales pesados, así mismo poder aplicarlos en aguas residuales presentes.

REFERENCIAS

- MORENO Juan, GIRALDO Liliana. 2016. Heavy Metal Ions Adsorption from Wastewater Using Activated Carbon from Orange Peel. [En línea] 05 de Junio de 2016. [Citado el: 05 de Mayo de 2021.] <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2012/383742/.0973-494>.
- APAZA Milenka, CONDORI Elsa. 2018. Obtención de carbón activado a partir de la cascarilla de arroz (*oryza sativa*) modificado químicamente para la remoción de plomo y arsénico presentes en el agua. [En línea] 2018. [Citado el: 26 de Septiembre de 2020.] <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/20991>.
- ARSLAN Yasin, KENDUZLER Erdal, KABAK Burcu y otros. 2017. Determinación de las características de adsorción de la piel de naranja activada con carbonato de potasio para la eliminación de cromo (III). [En línea] 03 de Octubre de 2017. [Citado el: 04 de 05 de 2021.] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/348100>.
- ATSDR. 2015. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. [En línea] Agosto de 2015. [Citado el: 26 de Septiembre de 2020.] https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf.
- BASTIDIAS, Claudia. 2017. Aislamiento, identificación y conservación de microorganismos presentes en residuos lignocelulósicos (pulpa) provenientes del beneficio del café. [En línea] 2017. [Citado el: 23 de Septiembre de 2020.] <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/300/Claudia%20Ines%20Payan%20Bastidas.pdf?sequence=3>.
- BONILLA Humberto, TEJADA Candelaria y DEL PINO Jenny. 2017. Obtención de isothermas de adsorción del plomo (ii) del efluente minero río anticono-cerro de pasco utilizando el carbón activado de cáscara de naranja. [En línea] 2017. [Citado el: 28 de 10 de 2020.] <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/download/727/740/>. ISSN2304-8891.
- BURGOS Gabriela y JARAMILLO Jomayra. 2015. Aprovechamiento de los residuos de cacao y coco para la obtención de carbón activado, en el cantón

- Milagro, provincia de Guayas. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Septiembre de 2020.] <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8941/1/BCIEQ-T-0114%20Burgos%20Campuzano%20Gabriela%20Elizabeth%3b%20%20Jaramillo%20Quiroz%20Jomayra%20Lorena.pdf>.
- FLORES Carlos, RUIZ Karina y ESPINOZA Patricia. 2017. The coconut husk to mitigate the environmental impact produced by the natural. [En línea] 15 de mayo de 2017. [Citado el: 26 de Septiembre de 2020.] <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/76/pdf.2550-682>.
 - CARRIAZO Jose, SAAVEDRA Martha y MOLINA Manuel. 2015. Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. [En línea] 03 de Mayo de 2015. [Citado el: 20 de Septiembre de 2020.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v21n3/v21n3a7.pdf>. 1870-8404.
 - COZAR Anny y MUCHA Luis. 2015. Elaboración y caracterización química y organoleptica de un filrante de maca (*Lepidium peruvianum* chacón) con cáscara de naranja (*Citrus aurantium*). [En línea] 2015. [Citado el: 2021 de 05 de 2021.] <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1941/Cozar%20Basualdo%20-%20Mucha%20Oscanoa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
 - DE LA CRUZ Ana, MARTÍNEZ Lucia, SOSA José, y otros. 2015. Producción de carbón activado “norteamérica y el caribe en el camino hacia el desarrollo sostenible” a partir de residuos orgánicos generados en tabasco. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de junio de 2020.] <http://www.amica.com.mx/issn/Tabasco/AMI-180.pdf>.
 - GARCÍA Rebeca y GRANILLO Yasser. 2017. Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (*Citrus sinensis* linn osbeck), laboratorios de química unan-managua, ii semestre 2016. [En línea] 28 de Abril de 2017. [Citado el: 26 de setiembre de 2020.] <https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>.
 - GONZALES Bárbara. 2017. Desarrollo de carbón activado a partir de desechos.

- [En línea] 2017. [Citado el: 01 de junio de 2020.] <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147405/Desarrollo-de-carb%C3%B3n-activado-a-partir-de-desechos-agroindustriales-con-aplicacion-en-adsorcion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- GONZALES Carlos, MORALES yennyfer y LARIOS Fernando. 2015. Las aguas residuales y sus consecuencias en el peru. [En línea] 13 de agosto de 2015. [Citado el: 15 de Octubre de 2020.] <https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>. 2311-7613.
 - Grupo Tar. 2016. Manual del carbón activado. [En línea] 20 de diciembre de 2016. [Citado el: 02 de Mayo de 2021.] <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>.
 - MEDINA Margarita, MANALS Enma, VENDRELL Frank, y otros. 2015. Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco. [En línea] abril de 2015. [Citado el: 25 de setiembre de 2020.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852015000100010&script=sci_arttext&tlng=en.
 - MEJIA Victoria. 2018. Potencial de residuos agroindustriales para la síntesis de Carbón Activado: una revisión. [En línea] 03 de septiembre de 2018. [Citado el: 01 de junio de 2021.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6760221>. 0122-1701.
 - PEREIRA Freddy, CEDEÑO Luis, ROMEROSA Antonio, y otros. 2017. Purificación de agua mediante carbón activo proveniente de la cáscara de arroz. [En línea] 15 de junio de 2017. [Citado el: 05 de junio de 2021.] <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/148>.
 - PRIETO Julio, GEHAN Noor, PÉREZ Ariel, y otros. 2020. Adsorption of cadmium from an aqueous solution on activated coal from bagasse of sugarcane roxa variety. [En línea] 02 de Enero de 2020. [Citado el: 01 de junio de 2021.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-

48612020000100090. 2223-4861.

- REYES Maria, ALVARADO Alicia, ANTUNA Dora, y otros. 2015. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. [En línea] 20 de Noviembre de 2015. [Citado el: 25 de Setiembre de 2020.] <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8815>.
- RUIZ, Amparo. 2018. Obtención de carbón activado a partir de cáscara de naranja (Citrus L. Obseck) y su aplicación como adsorbente de plomo II) en disolución acuosa. [En línea] 2018. [Citado el: 28 de Octubre de 2020.] <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4043>.
- SEDOLFO Verónica, Lily Yenifer, Julio Gilberto. 2017. Adsorción de calcio utilizando carbón activado obtenido de Cassia fistula y cáscaras de naranja (Citrus sinensis). [En línea] 07 de marzo de 2017. [Citado el: 02 de junio de 2021.] <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/22315.1315-2076>.
- TEJADA Candelaria, VILLABONA Ángel y JARCÉS Luz. 2016. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. [En línea] 26 de Octubre de 2016. [Citado el: 10 de Septiembre de 2020.] <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n34/v18n34a10.pdf>. ISSN 0123-7799.
- TEJADA Candelaria, HERRERA Adriana y NÚÑEZ Juan. 2015. Adsorción competitiva de Ni (II) y Pb (II) sobre materiales residuales lignocelulósicos. [En línea] 31 de septiembre de 2015. [Citado el: 03 de junio de 2021.] <https://core.ac.uk/download/pdf/268442198.pdf>. 0124-8146.
- Un Water. 2017. Aguas residuales el recurso desaprovechado. [En línea] Julio de 2017. [Citado el: 04 de Mayo de 2021.] [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1__15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf).
- VARGAS Jesús, SALAZAR Edgar, BARRIENTOS Lucia, y otros. 2015. Pasta blanqueada y azúcares fermentables a partir de médula de bagazo de caña. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Septiembre de 2020.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n2/v21n2a8.pdf>.

- VERA, Morocho. 2015. Evaluación de adsorción de plomo y mercurio en carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz. [En línea] 09 de noviembre de 2015. [Citado el: 25 de setiembre de 2020.] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3653/1/CD000027-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>.

ANEXOS

Tabla 1: Matriz de categorización

Ámbito temático	Problema de investigación	Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos Específicos	Categoría	Subcategorías
Técnicas de producción de carbón activado a partir de residuos lignocelulósicos con capacidad adsorbente de metales pesados en aguas residuales	Las técnicas de carbón activado pueden ser realizadas de manera física y química, de las cuales algunas técnicas suelen ser más baratas que otras; por ello, identificaremos que tipo de técnica de carbón activado adsorbe más metales pesados y que sean económicos.	¿Cuáles son las mejores técnicas de producción de carbón activado de residuos lignocelulósicos que demuestran efectividad en la remoción de metales pesados presentes en aguas residuales?	Evaluar la efectividad de las técnicas de producción de carbón activado con capacidad de remoción de metales pesados en aguas residuales.	OE1. Evaluar la efectividad del carbón activado en la adsorción de metales pesados en agua residual según el tipo de residuo lignocelulósico utilizado	Tipos de residuos lignocelulósicos	Gramíneas (Bagazo de caña, Cascara de arroz).
						Rutaceae (Cascara de naranja).
						Arecaceae (Cascara de coco)
				OE2. Evaluar la efectividad del carbón activado obtenido de residuos lignocelulósicos según la técnica y metal evaluado	Tipos de técnicas de producción de carbón activado	Reactivación con gases calientes
						Reactivación con ácido
						Reactivación con Co2
				OE3. Evaluar la efectividad del carbón activado obtenido del residuo lignocelulósico según el tipo de agua residual de carbón activado utilizado.	Aguas residuales municipales	Residenciales
					Aguas residuales industriales	Agroindustriales
						Textil
						Minera

4	Obtención de isotermas de adsorción del plomo (ii) del efluente minero río anticono-cerro de pasco utilizando el carbón activado de cáscara de naranja	2017	x																	Reactivación con ácido	cascara de naranja	experimental cualitativa	experimental	Quimica	70 °C	2 Horas	H3PO4	Azul de metileno (AM)	74.8 mg/g	0.957
5	Adsorción de níquel y cobalto sobre carbón activado de cascarón de coco	2019																		Reactivación con vapor de agua	cascara de platano	experimental bifactorial	experimental	Fisica	60 °C	2 horas	Vapor de agua	Indice de yodo (I)	71.43	
6	Evaluación de adsorción de plomo y mercurio en carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz	2015	x	x																Reactivación con ácido	cascarilla de arroz	empírico experimental	bibliográfico y de campo	Quimica	45 °C	4horas	H3PO4	Azul de metileno (AM)	0.91	
7	Desarrollo de carbón activado a partir de desechos agroindustriales con aplicación en adsorción de arsénico	2017																		Reactivación con ácido	cascarilla de arroz	experimental cuantitativo	experimental	Quimica	55 °C	16 horas	H3PO4	Azul de metileno (AM)	Aserrin de pino 766/ cascarilla de arroz 458 mg/g	As 5000ug/L - 0.33 y 0.79 mg/g
8	Producción de carbón activado a partir de residuos orgánicos generados en tabasco	2015																		Reactivación con vapor de agua	bagazo de la caña de azucar	experimental cualitativo	experimental	Fisica	60 °C	2 horas	Vapor de agua	Indice de yodo (I)	354.60 mg /g	
9	Adsorción de cadmio desde soluciones acuosas en carbón activado de bagazo de caña de azúcar variedad roxa	2020																		Reactivación con ácido	bagazo de la caña de azucar	experimental cuantitativo cualitativo	experimental	Quimica	80 °C	2 horas	H3PO4	Azul de metileno (AM)	6.80 mg/g	

10	Potencial de residuos agroindustriales para la síntesis de Carbón Activado: una revisión	2018	x				x	x							Reactivación con vapor de agua	cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar	Cualitativo	bibliográfico	Física	60 0° C - 80 0° C	4 hora s	CO2	Indice de yodo (I)	53.9 - 274.5	
11	Purificación de agua mediante carbón activo proveniente de la cáscara de arroz	2017								x	x	x			Reactivación con ácido	Cascarilla de arroz	experimental cuantitativo o cualitativo	experimental	Química	45 0° C	30 min	H3PO4 85%	Azul de metileno (AM)	86.76	

