



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión bibliográfica del uso del carbón activado obtenido
decáscaras de frutos secos, para la adsorción de metales
pesados en agua contaminadas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Colquechagua Baldoceada, Diana Beatriz (ORCID: 0000-0003-3999-7103)

Rosas Huamani, Brenda Vanessa (ORCID: 0000-0002-9476-6319)

ASESOR:

Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto (ORCID: 0000-0002-8200-4640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos cumplir con uno de nuestros objetivos planteados, a las personas que siempre nos brindaron el apoyo incondicional para seguir adelante, a nuestros padres por aconsejarnos y orientarnos el día a día gracias a ustedes por su amor, paciencia y apoyo, también a nuestro asesor que gracias a sus recomendaciones se hizo posible el presente informe.

AGRADECIMIENTO

Mediante el presente trabajo de investigación queremos agradecer a Dios que ha encaminado toda nuestra vida, y nos ha ayudado a concluir nuestra profesión, como también a nuestros queridos padres.

A la universidad César Vallejo, a los profesores y a todas las personas que nos apoyaron para poder culminar este proyecto, también agradecer de manera especial al Ing. Lorgio Valdiviezo nuestro asesor de tesis, por el tiempo, su valioso apoyo y perseverancia motivación brindada para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE IMÁGENES	v
RESÚMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODO	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización apriorística.....	22
3.3. Escenario de estudio.....	24
3.4. Participantes.....	24
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6. Procedimientos.....	25
3.7. Rigor científico.....	26
3.8. Método de análisis de información	27
3.9. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5. CONCLUSIÓN	34
6. RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFIA:.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Antecedentes de trabajos realizados utilizando carbón activado obtenido de frutos secos.	18
TABLA 2 Cuadro de Categorización	23
TABLA 3 Resumen de criterios de búsqueda.....	25

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Presentación representativa de la estructura de un carbón.	9
Imagen 2 Demostración de incremento de área superficial, antes y después de la carbonización de una determinada cascara.	10
Imagen 3 Clasificación la superficie en relación al tamaño de poros.	11
Imagen 4 Representación gráfica de los diferentes tipos de isotermas.	13
Imagen 5 Micrografía SEM de carbón activado obtenido de la Semilla de Aguaje.	17

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafico 1 Activación de Carbón	30
Gafrico 2 Parametro pH	31
Gafrico 2 Parametro pH	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Anexo de Ficha de Datos.....	50
ANEXO 2 Tabla de parámetros del proceso de Adsorción del Carbón Activado ..	51
ANEXO 3 Tabla Método activación Física-Químico-Reactivo-Tiempo de impregnación-Temperatura	52
ANEXO 4 Tabla fruto seco-Capacidad de Adsorción	53

RESUMEN

Este informe de investigación tiene como objetivo general analizar el uso de carbón activado obtenido de la cascara de frutos secos y como objetivos específicos determinar los métodos de activación y parámetros que están involucrados en el proceso de adsorción. Es una revisión bibliográfica sobre el empleo de residuos de frutos secos en la adsorción de metales pesados, es una investigación básica de tipo cualitativa narrativa de tópicos, se ha desarrollado con la participación de todas las referencias revisadas de la base de información Scielo.org, Redalyc.org, Elsevier, Science Direct mediante el análisis documental, el instrumento de recolección de datos por medio de las fichas, para manipular la información según orden y categorías, del análisis bibliográfico se considera que existen dos métodos de activación el físico y químico, por otro lado los parámetros que intervienen en el proceso de adsorción son el *pH* de la solución, la temperatura de adsorción, la dosis adsorbente y tiempo de contacto. La eficiencia del carbón activado obtenido de la cascara de frutos secos se relaciona con la presencia grupos funcionales, que ayudan en la retención de contaminantes de diferentes estructuras en carga y capacidad, la cascara de los frutos secos son materia prima de valores significativos en el proceso de adsorción, por su eficiencia, bajo costo y su compromiso con el medio ambiente ya que permite utilizar un residuos que puede disminuir la vida útil del relleno sanitario, además el presente informe sirve como base de información para desarrollar futuras investigaciones.

Palabras clave: adsorción, carbón activado, activación, metales pesados

ABSTRACT

This research report has the general objective of analyzing the use of activated carbon obtained from the shell of dried fruits and as specific objectives of determining the activation methods and parameters that are involved in the adsorption process. It is a bibliographic review on the use of dried fruit residues in the adsorption of heavy metals, it is a basic research of qualitative narrative type of topics, it has been developed with the participation of all the revised references of the information base Scielo.org, Redalyc.org, Elsevier, Science Direct through documentary analysis, the data collection instrument through the cards, to manipulate the information according to order and categories, bibliographic analysis considers that there are two methods of physical activation and On the other hand, the parameters that intervene in the adsorption process are the pH of the solution, the adsorption temperature, the adsorbent dose and the contact time. The efficiency of the activated carbon obtained from the shell of dried fruits is related to the presence of functional groups, which helps in the retention of contaminants of different load and capacity structures, the shell of dried fruits are raw material of affected values in the Due to its efficiency, low cost and its commitment to the environment, the adsorption process allows the use of a waste that can decrease the useful life of the sanitary landfill. Furthermore, this report serves as an information base for future research.

Keywords: adsorption, activated carbon, activation, heavy metals

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente enfrentamos una creciente contaminación ambiental que afecta directa e indirectamente a los recursos agua, suelo y aire; dentro de estos múltiples problemas ambientales que preocupan e incrementa el interés por la mejora, quizás tan importante y dramático como los demás, es la contaminación del agua debido a que el agua es un recurso vital, necesario para todos los aspectos de la supervivencia tanto en la salud humana y del ecosistema (MohanKuMar et al, 2016 , p.5).

El agua puede contaminarse por la acumulación de metales pesados y metaloides a través de emisiones de las áreas industriales en rápida expansión, relaves mineros, eliminación de residuos de metales altos, gasolina, aplicación de fertilizantes a la tierra, pesticidas, riego de aguas residuales, desechos electrónicos, etc (Singh et al., 2016,p.759), siendo este un problema grave debido a su toxicidad y capacidad de acumulación (Abdurrahman et al,2017, p.21), lo que les permite persistir en el medio ambiente durante muchos años (Blanchfield, 2018, parr.5), así mismo la presencia de metales pesados en los recursos hídricos afecta directamente la salud del consumidor (Antico, 2017, p.1), porque se acumula en las células vivas y deteriora las funciones normales de varios órganos de los seres vivos (Gupta, 2015, p.1).

En Europa tienen problemas de contaminación en los cuatro mares regionales a gran escala, que van desde el 96% del área evaluada en el Mar Báltico y el 91% en el Mar Negro, el 87% en el Mediterráneo y el 75% en el Norte -Oeste del Océano Atlántico. La cobertura del área evaluada es mayormente buena, pero varía considerablemente entre los cuatro mares y sigue siendo limitada en las aguas costeras del mar Mediterráneo (EEA, 2019, p.1), por lo que la contaminación oceánica presenta los niveles de en 200 % superiores a los niveles naturales, el mercurio presenta el mayor riesgo en ríos, lagos y océanos, donde toma una forma

altamente tóxica que es absorbida por los animales, incluidos los peces (EEA, 2018, parr. 2).

En el Perú, el problema de contaminación de aguas se va agravando por falta de conciencia ambiental de los usuarios del agua y demás recursos naturales (Guevara, 2016, p.15). En el departamento de Madre de Dios las plantas de pelado de castaña de las empresas exportadoras ofrecieron sus servicios gratis de post cosecha, en la cual no dando uso a las cascara de castaña las quemaba para alejar a los insectos contaminando el aire (MMA, 2014, p.62), otro problema es la mala recolección y el acopio de la cascara de castaña produciéndose contaminación por hogos como el *Aspergillus flavus*, trayendo en consecuencia problema de salud en las personas. (Linares, 2018, p.34).

El Ministerio del Ambiente declaró en emergencia ambiental el área que comprende la Villa Trompeteros-Nueva Libertad, ubicada en el distrito de Trompeteros, provincia y departamento de Loreto, por un plazo de 90 días (Minam, 2019, p. 1), debido a que se superaron los Estándares de Calidad Ambiental para los parámetros plomo e hidrocarburos durante los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018; precisándose que existe evidencia de afectación a la salud de la población (El peruano, 2019, p.8).

El reporte de conflictos sociales de agosto del 2018 de la defensoría del pueblo de los 126 conflictos ambientales en Cerro de Pasco el 66.1% es de minería y el 13.4% de hidrocarburos (MINSU, 2018, p.5), en el cual el gobierno de Perú ha declarado un "estado de emergencia de salud" en 12 distritos de Pasco porque se encontraron niveles peligrosamente altos de plomo, arsénico, aluminio y manganeso en el agua local (Livingstone, 2018, parr.6).

Por ello en los últimos años le han dado la importancia que merecía a la problemática de contaminación de aguas con metales pesados, por lo que existen diferentes procesos de tratamientos como son los físicos y químicos, entre estos tenemos a la coagulación, la filtración, la evaporación, la precipitación, la oxidación-

reducción, los tratamientos electroquímicos, el intercambio iónico, la osmosis inversa y la adsorción, los cuales son las más utilizadas en sistemas acuosos. (Peláez et al, 2019, p.11).

El presente trabajo de investigación pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el análisis del uso del carbón activado obtenido de frutos secos en la adsorción de metales pesados?

Y como objetivos específico:

¿Cuáles son los métodos de activación en la elaboración del carbón activado obtenido de cascara de frutos secos, para la adsorción de metales pesados en agua contaminadas?

¿Qué parámetros influyen en la adsorción de metales pesados en agua contaminadas?

Perú es un país donde el ámbito industrial y la actividad minera generan significativa preocupación en la salud social, por la variedad de focos de exposición, al verter al medio metales que son altamente tóxicos y no biodegradables, que con el pasar de los años incrementa en niveles alarmantes, por lo mismo de la escasa información y falta de investigación se concibe la búsqueda de información como revisiones bibliográficas de metodologías aptas para contrarrestar la contaminación de aguas y recuperarlas, sin embargo surgen alternativas como es el caso de la adsorción usando carbones activados obtenidos de residuos vegetales, que no afecta al medio ambiente y no genera costos altos, a ello se relaciona el uso de residuos que disminuyen la vida útil de los rellenos sanitarios.

Es por lo antes mencionado que el presente informe de investigación se enfoca en la revisión bibliográfica del uso del carbón activado obtenido de cascara de frutos secos, para la adsorción de metales pesados en agua contaminadas, el cual se justifica debido a la escasa información actualizada en los últimos años respecto a

este tema donde mediante el análisis de diferentes estudios realizados, se pueda encontrar los parámetros y mecanismos más eficientes en el proceso de adsorción con el carbón activado, para que futuros investigadores puedan utilizar nuestro aporte como una base a su investigación .Por lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo general de esta investigación: Analizar el uso del carbón activado obtenido de frutos secos para la adsorción de metales pesados en agua superficiales contaminadas.

Y como objetivos específicos:

Identificar los métodos de activación que se usa en la elaboración del carbón obtenido de frutos secos.

Identificar los parámetros en la adsorción de metales pesados en agua superficiales contaminadas.

II. MARCO TEÓRICO

La adsorción es un método que se desarrolla con carbón activado ha sido considerado un método efectivo y económico para eliminar los iones metálicos de las aguas residuales, (Bottani et al, 2008, p.142), el proceso de adsorción efectúa la tendencia de un componente del sistema a concentrarse en la interface, donde la composición interfacial es diferente a las composiciones correspondientes al seno de las fases esto quiere decir que hay unión de dos componentes la fase fluida donde se transfiere hacia la superficie de un sólido en este caso el carbón activado (Al-saydeh et al., 2017, p.10).

El residuo de fruto secos se puede conceptualizar como la capa superficial que cubre la estructura del fruto (Vargas, 2014, p. 19), donde el 50% del fruto es cascara que queda como desecho y el otro 50% se comercializa (Bello, 2010, p.314).

Las cascaras están compuesta por lignocelulosa, esta a su vez se encuentra formada por tres polímeros estructurales: celulosa, hemicelulosa, lignina (Hon, 1996, p.3), que forman la pared de la célula vegetal (RAE, 2014, p.245).

El material lignocelulotico es el recurso natural más económico y altamente renovable del mundo (Quián, 2014, p.181), estos residuos vegetales tienen mayores capacidades tanto en su estructura interna y su producción para la elaboración del carbón activado (Krishnamoorthy, 2018, s.n).

La estructura del carbón está conformada por una estructura laminar por capas paralelas, poseen alto porcentaje de porosidad, como se muestra en la siguiente figura (Vidal, 2003, p.170).

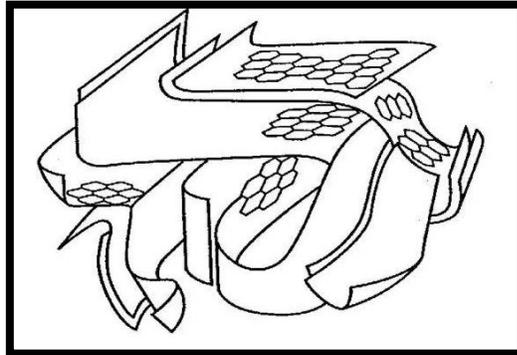


Imagen 1 Presentación representativa de la estructura de un carbón.

Fuente: (Banzal, 1988, s.n)

El carbón activado obtenido de biomasa se ha investigado intensamente durante las últimas décadas como materia prima eficaz en proceso de adsorción (Azarri,2020,p.1), el carbón activado es un material sin forma, tiene la facultad de adsorber distintas sustancias (Khan et al, 2018,p.1), en especial metales pesados (Abu y Sabin, 2017,p.1), ya que contienen una estructura de poros bien desarrollada y grupos funcionales (Jimenez,2001,p.219), durante la carbonización la composición elemental que se encuentra es 88% C, 0.5% H, 6 a 7% O, 0.5% N (Chand, 2005, p.2).

Para la activación del carbón debe ser sometido a reacciones con gases, en ocasiones con agentes químicos durante o después de la carbonización para aumentar sus propiedades adsorptivas como se muestra en la figura 2 (Alvares et al, 2016, p.1), donde estas capacidades van a ser altas debido a su alta superficie específica, originada por la porosidad (Hernandez, 2012, p.2).

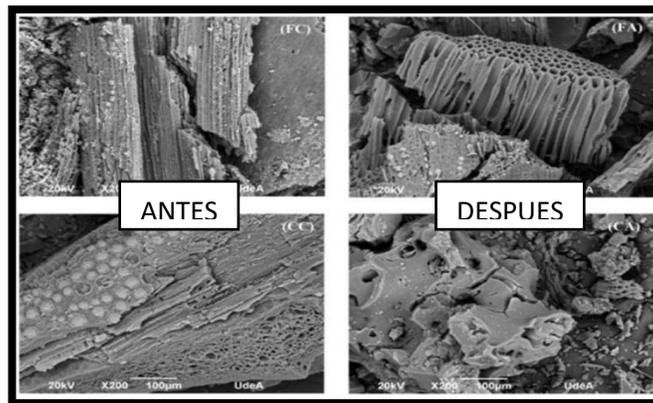


Imagen 2 Demostración de incremento de área superficial, antes y después de la carbonización de una determinada cascara.

Fuente: (Ramirez, 2017, p.37)

Existen dos procesos de activación del carbón uno es el proceso que se le conoce como activación física y el otro se le conoce como activación química (Gomez, 2010, p.2).

La activación química consta de dos procesos el primero es de pirolisis donde el precursor se carboniza en ausencia de oxígeno, es ahí donde se forma la estructura carbonosa, y el segundo proceso es de activación donde se eliminan sustancias reactivas y se forman los poros (Kumar et al, 2016, p.19), uno de los ácidos más característicos por su alta utilización como activamente químico es el H_3PO_4 (Montolla y Bonilla, 2012, p.2).

Por otro lado la activación física está compuesto por dos procesos la primera es la carbonización inicial del precursor y el otro proceso es la activación del material por trabajo de gases o vapor, con el fin de eliminar las sustancias reactivas de su estructura, generando mayor porosidad. En comparación con otro tipo de activación es la que posee tiempo y temperatura potenciales altas (Chowdhury, 2013, p.3).

Es importante tener en cuenta la superficie, en relación al tamaño de los poros, ya que de él depende la adsorción de sustancias, los poros se clasifican en microporos donde su radio medio es menor a 2 nm, mesoporos consta de un radio medio están

entre 2 y 50 nm y finalmente los macroporos que tienen como radio medio mayor a 50 nm de área de superficie interna de los carbonos activados, se muestra un ejemplo en la siguiente imagen (Menéndez, 2017, p.224).

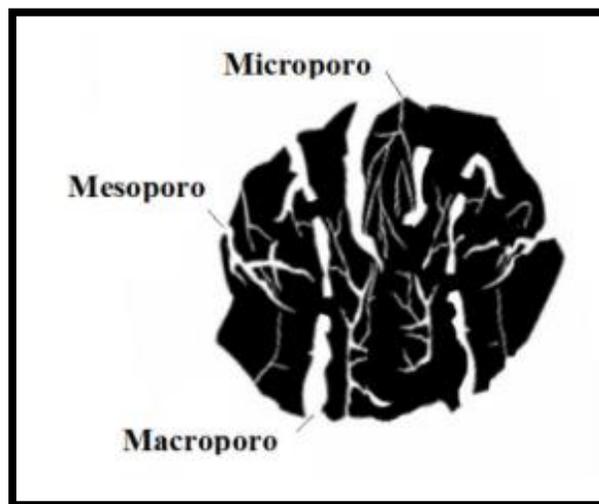


Imagen 3 Clasificación la superficie en relación al tamaño de poros.

Fuente: (Menendez, 2017, p.224)

Los carbonos con un alto volumen de mesoporos se utilizan en numerosas aplicaciones, dependiendo de las características al cual fue sometido el adsorbato, se puede diseñar un carbón activado apropiado para el proceso de adsorción, a esto se relaciona el tipo de residuo vegetal que se va usar para la obtención del carbón (Borchardt et al, 2014,p.158).

Por otro también están los parámetros que influyen en el proceso de adsorción como:

El *pH* es predominante en la adsorción ya que los grupos funcionales que están presentes en el carbón activado, están sometidos al efecto del *pH*, por otro lado se va determinar la química predominante, dependiendo a la acidez del medio, donde se debe considerar la importancia de la acidez del catión. Al incrementar esta acidez, se va a oxidar las moléculas lo que va generar mayor capacidad de adsorción (Sun- Kou et al., 2014, p.227).

La temperatura de carbonización tiene un gran efecto en el proceso de adsorción ya que mientras la temperatura incrementa entre un rango de 400 a 600 °C la adsorción también es más eficiente, pero cuando esta temperatura llega a los 700 °C, donde empieza a disminuir el proceso, de esto podemos determinar que el efecto térmico que se tiene en los poros afecta en el proceso de adsorción del metal (Lavado et al., 2010, p.170).

La influencia del tiempo es directa en el proceso de adsorción, tanto en el tiempo de carbonización y el tiempo de activación (Rincón et al., 2015, p.172).

La dosis del activante está en relación a las cantidades del contaminante y el fluido donde se le va a diluir, es importante tener en cuenta en el caso de la activación química si superas la cantidad normal de dosificación está en lugar de ayudar en la adsorción del contaminante mediante el adsorbato, genera una saturación del medio (Dobrosz, Gomez y Santa, 2018, p.44), en el caso de la activación física

Finalmente la agitación es una etapa principal que está dentro de las condiciones operativas, ya que es el encargado de la difusión intraparticular, esta etapa es la que va controlar la velocidad intersticial (Valderrama, 2002, p. 32).

Así mismo el proceso de adsorción se determina mediante los modelos de la eficiencia y el nivel de remoción, así como cantidad de adsorbente requerido, esto se representa mediante las siguientes isotermas de adsorción:

La isoterma de tipo I En este isoterma se forma una concavidad hacia el eje horizontal o también llamado abscisas, el tipo de adsorción que se efectúa en ese modelo se restringe solo con la formación de una capa superficial de las moléculas. Generalmente este modelo está vinculado con sólidos micro porosos. Su capacidad de limite para adsorber está dado por el volumen accesible frente al tamaño de poro. Se ajusta más al tipo de isoterma denominado Langmuir (Gómez, 2010, p.27).

La isoterma de tipo II Este isoterma representa una adsorción en multicapa y monocapa sin ningún problema, normalmente en este isoterma se relaciona con un

sólido no poroso o macro poroso. Dicho modelo se ajusta a la ecuación denominada BET (Suarez, 2002, p.74).

La isoterma de tipo III En este isoterma se efectúa una línea convexa hacia el eje horizontal. Las materias macro porosos o no porosos se relacionan en este tipo de isoterma, existe muy baja correlación entre el adsorbato y el adsorbente. Este modelo de isoterma se vincula a la ecuación de Brunauer, Emmett y Teller (Aulton , 2004, p.67).

La isoterma de tipo IV Este representa la conservación de sus propiedades, por lo que se relaciona con la adsorción/desorción en meso poros y un límite en la cantidad adsorbida. Inicialmente este se relaciona con la adsorción en monocapa (Rojas, 2012, p.6).

La isoterma de tipo V Se asemeja con el isoterma tipo III, se vincula con los modelos Isoterma Brunauer Emmett y Teller (Toth, 2002,p.4).

La isoterma de tipo VI, se puede relacionar a este isoterma con una adsorción escalonada en multicapa sobre el carbón activado poco poroso. Cada etapa del escalón muestra una capa adsorbida (Aulton, 2004, p.67).

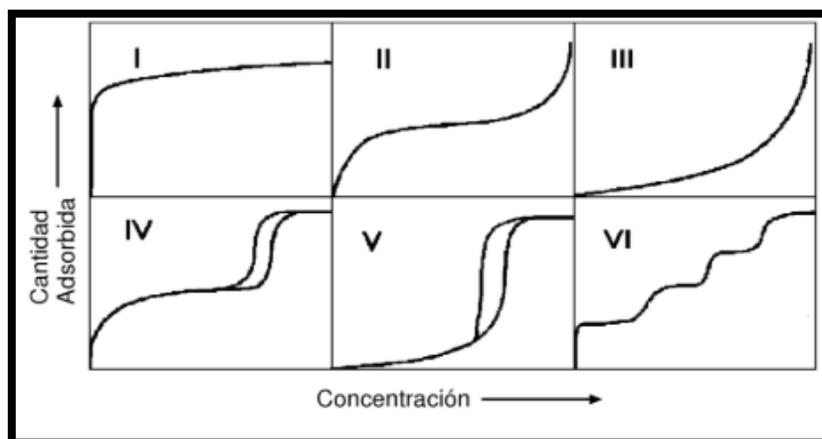


Imagen 4 Representación gráfica de los diferentes tipos de isothermas.

Fuente: Clasificación de los isothermas de adsorción.

De todas las isothermas antes mencionadas los más usados son las isothermas de Langmuir y la isoterma de Freundlich.

En el modelo de Langmuir se expresa la formación de monocapa de los iones metálicos, las superficies de porosidad tienen las mismas probabilidades de ser llenados (Mouni et al, 2011, p.151), en él se usa la siguiente ecuación:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L \cdot q_{max}} + \frac{1}{q_{max}} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

q_e =(mg.g⁻¹) capacidad de adsorción en equilibrio o cantidad de metal retenido en el carbón . C_e =(mg.L⁻¹)concentración en equilibrio o concentración del metal en la solución.

q_{max} =(mg.g⁻¹) capacidad máxima de adsorción

K_L =(L.mg⁻¹) representa la constante de Langmuir relacionado con el calor de adsorción (Bello et al,2010,p.316).

Isotherma de Freundlich se efectúa para carbones microporosos, es la más utilizada para concentraciones bajas de contaminante, se restringe solo con la formación de una capa superficial de las moléculas (Cruz et al., 2013, s.n).

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \dots\dots\dots (2)$$

Dónde: q_e (mg.g⁻¹) es la capacidad de adsorción en el equilibrio y C_e (mg.L⁻¹) es la concentración de soluto presente en la solución en el equilibrio. La constante K_F (mg^{1-1/n} L^{1/n} g⁻¹) es un parámetro de la capacidad de adsorción del material y 1/n (adimensional) representa una medida de la intensidad de la adsorción. El tipo de isoterma depende del valor 1/n; si dicho valor es mayor o igual a 0,5 la curva de la isoterma es cóncava hacia arriba y la adsorción es desfavorable (Cruz et al., 2013, s .n).

Por otro lado también se tiene modelos cinéticos en la adsorción como modelo pseudo-primer orden, modelo pseudo-segundo orden y el modelo de difusión intraparticular, sirven para la comprensión de la naturaleza del proceso de adsorción (Tan y Hameed, 2017, p.1).

Modelo pseudo-primer orden, este modelo tiene como finalidad la adsorción de una sustancia contaminante, a cada ion metálico se le determina un lugar en el carbón activado, se entiende que es la diferencia de concentraciones de adsorbato presentes en la solución y en la superficie del adsorbente. Por lo tanto se va determinar las diferentes velocidades de adsorción en relación al tiempo lo que será directamente proporcional a la diferencia entre la concentración de equilibrio del adsorbato en la solución y la concentración del mismo sobre la superficie del carbón activado, este modelo se determina mediante la ecuación de Lagergren (Ferrero, 2014, p.70).

$$\text{Log}(q_e - q_t) = \log(q_e) - \frac{K_1}{2.303} t \dots\dots\dots (3)$$

Donde la K_1 (min^{-1}) es la constante cinética de adsorción de primer orden y q_e es la carga de metal en el equilibrio, donde se debe fijar el parámetro previamente antes de determinar el ajuste del modelo, considerando al adsorbente inicialmente libre de soluto, mencionado en la ecuación 3.

Modelo pseudo-segundo orden, en ese modelo se da la adsorción en más de un sitio del carbón activado, se representa mediante la ecuación de Ho y Mackay, es usado para adsorber contaminantes que se encuentran en soluciones líquidas sobre adsorbentes sólidos (Izquierdo y Torres, 2004, p123).

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \dots\dots\dots (4)$$

Donde K_2 ($\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1}$) es la constante cinética de adsorción de segundo orden, cuya integración bajo las mismas condiciones de contorno, mencionadas en la ecuación 4.

De igual forma es importante observar la morfología de la superficie del carbón activado, para poder caracterizarlos, se desarrolla diferentes análisis como:

Análisis FT-IR, significa transformada de Fourier infrarroja, el método de espectroscopia infrarroja identifica la presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos en la muestra. Dependiendo del rango de frecuencia de absorción infrarroja, los grupos moleculares específicos que prevalecen en la muestra se determinarán a través de los datos del espectro en el software automatizado de espectroscopia (Khan, y otros, 2017 pág. 1199), el espectro FTIR se registra entre 4000 y 400 cm^{-1} , este análisis en la adsorción ayuda a ver que grupos funcionales como los alcanos, alquenos, alcoholes, aldehídos, esterres, cetonas, éter, se encuentran antes y después de la carbonización y determinar los más influyentes (Nejadshafiee et al., 2019, p.43).

Análisis SEM, se realiza para observar la superficie morfológica de los adsorbentes donde si la pared es gruesa la porosidad es más amplia, lo que ayuda en el proceso de adsorción (Mariappan et al, 2015, p.7), generalmente es utilizado para escanear la superficie adsorbente y el espectroscopio de rayos X con dispersión de energía (EDX).

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de la micrografía SEM de las imágenes nombradas como AG0, 75_600 y AG1_600, la muestra AG0, 75_600 evidencia una mayor porosidad del material (imagen 5: AG0, 75_600 - 400X), con cavidades que presentan en su interior poros de un diámetro aproximado 8 μm en comparación con el otro carbón AG1_600 (Sun Kou et al, 2014, p.230).

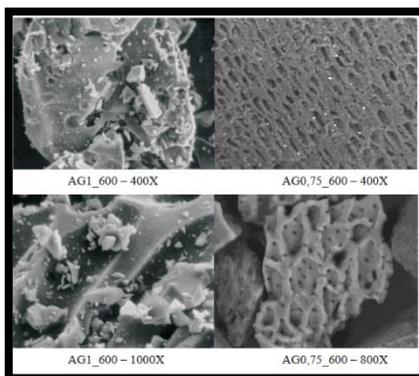


Imagen 5 Micrografía SEM de carbón activado obtenido de la Semilla de Aguaje.

Fuente: Sun Kou et al., 2014

Y finalmente la determinación del área superficial específica BET planteado por Brunauer Emmett y Teller donde se determina el área de la superficie específica con la medición de porosidad aplicando la ecuación BET , para conocer el área donde se va adsorber y que cantidad de contaminante en este caso metales (Alonso, 2016. s.n).

Es importante destacar la importancia del potencial Z que se define como el potencial en el plano de cizalla en la doble capa eléctrica. Se utiliza frecuentemente en discusiones de estabilidad de coloides y su valor es considerado útil en relación con la doble capa eléctrica. La doble capa es dividida en una parte compacta adyacente a la superficie y una parte difusa. En la parte difusa los iones son móviles y obedecen a leyes de mecánica estadística, los contra iones son atraídos a través de la superficie y los co-iones son repelidos. El potencial Z en la adsorción es importante para tener en cuenta la capacidad de repulsión o atracción de las partículas en el material carbonoso (Corredordor et al., 2012, 167).

Existen diferentes tipos de estudios usando carbón activado de residuos orgánicos para obtener carbones activados entre ellos se encuentran las cascarras de los frutos secos son eficientes para adsorber metales, como se muestra en el siguiente tabla:

TABLA 1 Antecedentes de trabajos realizados utilizando carbón activado obtenido de frutos secos.

AUTOR	MÉTODO ACTIVACIÓN DEL CARBÓN		MEDOTO DE ADSORCIÓN DEL CARBON/CARACTERIZACION			RESULTADO
	PARÁMETROS	QUIMICA/ FISICA	PARÁMETROS	ISOTERMA	CINÉTICA	
Pellegrini et al.,2018, p.5	Cas. de Nuez T=400°C-1h	H ₃ PO ₄ 50% T.impreg=30 min	0.1 g de C.A con 100 ml concentración de 50 ppm de Cromo (VI) 25°C-16 min pH=5 agitación=185rpm	Langmuir FITR SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción=17,47mg/g
Asasian et al,2011,p.287	Cas. de pistacho –Res.regaliz T=600°C-1h Malla:12-16	ZnCl ₂ (1.3g) T. impreg =1 h N ₂	0.1g C.A. con 50ml concentración 100 ppm Hg ²⁺ T=20°C agitación=300rpm pH=8 T=30min	Langmuir BET SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción 147.11mg/g.
Banerjee et al,2018,p.20	cáscaras de nuez T=150°C-1h	K ₂ Cr ₂ O ₇ (2.8g) T.impre.=24h N ₂	0.1g de C.A con 100 ml concentración 25 ppm de Cr(VI) pH=2 agitación=125rpm t=300min T=20°C	Langmuir BET SEM FTIR	-	Remoción de 57.71%
Siddiqui et al 2011p.45	Cas. de pistacho pH=6 t=750°C-1h	NO ₃	0.4g C.A con 50 ml concentración 50 ppm Pb(II) pH=6 agitación=120rpm T=30°C-180 min	Freundlich FTIR SEM	Pseudo segundo orden	La capacidad de adsorción=24mg/g

Poinern et al,2011,p.1699	Cas. De nueces (24.3h) cas. de coco (14.5h) T=<800°C	N, . CO2	1 g C.A con 100 ml concentración 100ppm Au T=8h pH=10.5 t=25°C	SEM BET	-	Capacidad adsorción Cas. de nueces 4.23mg/g Cas. de coco 3.58mg/g
Kaveeshwar et al,2017,p.21	Cas. de pecana T=450°C-1h Malla=74um	H ₃ PO ₄ 50% H ₃ SO ₄ 50% KOH 50%N ₂ , T. impre. =90min	2g C.A con 100ml concentración 300ppm Fe ²⁺ T=30°C-150min agitación 300rpm pH=3	Temkin FTIR BET SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad máxima de adsorción 41,66mg/g
Calero et al,2011,p.274	Cascara de almendra	N ₂	1g C.A con 100mlconcentracion 10ppm de Cu (II) pH=5 agitación=700rpm T=25°C-120min	Langmuir FTIR	Pseudo segundo orden	Max. Capacidad de adsorción 9.44mg/g
Linares,2018,p.72	Cascara de castaña T=24 h, pH=6.6 T=600°C	N ₂	0.2g C.A con 100ml concentración 150ppm[PB ₂ ⁺] T=8h/pH=5.5	Langmuir FTIR SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción 56.05mg/g
Beraldi et al,2017,p.7	Cascara de maní T=450°C-1h	H ₃ PO ₄ T.impre=25min	0,1 g del CA preparado en 100 ml de solución de K ₂ Cr ₂ O ₇ con una concentración de 50 ppm de	Freundlich FTIR SEM	-	Obteniendo una adsorción de 11.47 mmol/g

			Cr(VI), T=20°C-24h pH=4.8-5.3	BET		
Aguayo et al,2017,p.8	Cascara de pecana T=700°C-2h	H ₂ SO ₄ H ₃ PO ₄ T impre.=48h CO ₂ ,N ₂	Dosis de adsorbente 2g/l concentración 50 ppm (zn ²⁺ +cd ²⁺ ,ni ²⁺ ,cu ²⁺) T=30°C-48h pH=5	Langmuir SEM FTIR BET	-	Capacidad de adsorción vario 0.011-0.368mmol/g los valores más altos fueron cu ²⁺ y zn ²⁺
Tapia et al,2018,p.57	Cas de maní T=60°C	N ₂	0.1g/L de adsorbente concentración 5ppm (Cu ²⁺ ,Ni ²⁺) pH=3 agitación=700rpm T=30min(cu ²⁺),60min(ni ²⁺)	Langmuir BET	-	.Remoción 68.3% cu ²⁺ ,47.6% ni ²⁺
Wu et al,2018,p.8	Cas. de nuez Part =0.66-0.9mm t=900°C-1.5h	CO ₂ N ₂	1g de adsorbente con 100ml de solución concentración 200ppm Cu ²⁺ T=30°C -90min pH=5	Langmuir SEM FTIR BET XPS	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción 32.3mg/g
Gondhalekar y Shukla,2015,p.1613	Cas. de nuez álcalis (AWS) Cas. de nuez cruda(RWS)	NO ₃	0.2g CA con 40ml de la solución concentración 100ppm Cd(II) agitación=150 pH=6	Langmuir SEM FTIR	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción RWS y AWS para iones Cd (II) era 4.20 y 14.29mg/g

	T=60°C-24h		T=30°C-240min			
Kaveeshwar et al,2018p.17	Cas. de pecana T=450°C-1h	H ₃ PO ₄ /H ₂ SO ₄ T Impre=90min N ₂	3g de CA con 55 ml de la concentración 55ppm Br(II),Sr(II) T=30°C-150min pH=6 agitación=300rpm	Langmuir BET FTIR SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción: Ba(II) de 3,33 mg / g Sr(II) de 8,8 mg / g
Largitte et al,2015,p.2	Semilla de guayaba(G) Cas. de pecana(A) Pie. de dinde(D) T=800°C-2h	HNO ₃ T. impre=48 h N ₂	0,5 g /L C.A concentración 150ppm[Pb ²⁺] pH=6 T=30°C(dinde, almendra),40°C(guayaba) T800°c-2h	Langmuir kahn Peterson FTIR SEM	Pseudo segundo orden	Capacidad de adsorción 50 (Dindé), 96 (Guayaba) y 112 (Almendra) mg/g

III. METODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación básica aporta conocimientos científicos, no genera resultados, está enfocada en la recopilación de información para enriquecer el conocimiento teórico científico (Saldana et al., 2010, p.44). En este caso refiere a la investigación, que busca analizar los parámetros en diferentes usos de carbón activado obtenido de los frutos secos, para fortalecer las bases de investigación de futuros estudiosos.

Así mismo el diseño de investigación es cualitativa narrativa de tópicos tiene como objetivo la narración de información de alguna temática, suceso o fenómeno (Malhotra, 2004, p.80). En este caso, la temática enfocada corresponde a la adsorción de metales pesados con el uso del carbón activado obtenido de la cascara de frutos secos.

3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización apriorística

La categorización del estudio se ha desarrollado en base a los objetivos específicos de la investigación, de ellos se deslinda una categoría de estudio para el orden de presentación de los resultados. Cada categoría presenta subdivisiones para facilitar la explicación de los datos, en la siguiente tabla se resume la matriz de categorización.

TABLA 2 Cuadro de Categorización

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	UNIDAD DE ANÁLISIS
Identificar el método de activación en la producción de carbón obtenido de frutos secos.	¿Qué métodos de activación se usa en la elaboración del carbón activado obtenido de cascaras de frutos secos, para la adsorción de metales pesados en agua contaminadas?	Métodos de activación	Físico	A.FÍSICA: Banerjee et al., 2018; Siddiqui et al 2011; Poinern et al, 2011; Calero et al, 2011; Linares, 2018; Tapia et al, 2018; Wu et al, 2018; Largette et al, 2015.
			Químico	A.QUÍMICA: Pellegrini et al., 2018; Asasian et al., 2011; CKaveeshwar et al; Manchado et al, 2017; Beraldi et al, 2017; Aguayo et al, 2017; Gondhalekar y Shukla, 2015; Kaveeshwar et al, 2018.
Identificar los parámetros más influyentes en la adsorción de metales pesados en agua contaminadas.	¿Qué parámetros influyen más en la adsorción de metales pesados en agua contaminadas?	Parámetros de adsorción	.Dosis de C.A. .Temperatura .Tiempo .pH .Agitación	Sun- Kou et al., 2014; Lavado et al., 2010; Rincón et al., 2015; Dbros, Gómez, Santa, 2018.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Escenario de estudio

El presente proyecto no tiene un escenario definido, ya que se trata de una revisión bibliográfica, incluye investigaciones nacionales e internacionales.

3.4. Participantes

Los participantes de la investigación son todas las referencias que han sido revisadas, analizadas de diferentes fuentes como: artículos de revistas científicas, libros virtuales y investigaciones de tesis de pregrado – postgrado.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada es el análisis documental. Este es la representación de un texto, que se ha leído y sintetizado. Es decir partiendo de un texto primario se va obtener un texto secundario, mediante un análisis documental (Navarro, 2005, p.666).

Como instrumento para recolección de datos se utilizó una ficha, después de haber realizado la búsqueda intensa investigaciones por diferentes medios, se va elaborar la ficha con los datos más representativos de cada libro o revista con el fin de manipular la información obtenida con rapidez, orden y categorías, como se muestra en el anexo 1.

Esta ficha es el documento que registra e identifica, toda la información o evidencia que has realizado en el proceso de tu investigación (Robledo, 2003, p.67).

3.6. Procedimientos

Esta investigación consta de tres etapas:

Etapa inicial: Como principal procedimiento es la búsqueda de información ya sea de revistas científicas, libros, libros virtuales, noticias, documentos, entre otros, con un rango de antigüedad, ya que algunos pueden ser obsoletos, por ende se requiere con 5 años de antigüedad, una vez encontrada las revistas necesarias, buscar aquellas que van a resultar más eficientes en tu investigación.

Segunda Etapa: Se realizó la selección de información, teniendo en cuenta tipo de documento, palabra clave de búsqueda, criterios de inclusión y criterios de exclusión, con la finalidad de poder separar por categorías utilizando como herramienta tu ficha de datos.

Tercera Etapa: El análisis de la información.

Los criterios de búsqueda son los mencionados en la siguiente tabla:

TABLA 3 Resumen de criterios de búsqueda

Tipo de documento	Documentos referidos a	Palabras clave de búsqueda	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículo científico	Adsorción de metales pesados Carbón activado de residuos orgánicos Métodos de Activación Parámetros intervinientes en el proceso de adsorción	Adsorción Metales Residuos Orgánicos Activación Contaminación Parámetros	Periodo 2016-2020 Idioma español – inglés Carbón activado de residuos orgánicos	Periodo anterior al 2016 Carbón activado químico

Fuente: Elaboración propia

3.7. Rigor científico

Se garantiza mediante la teoría que en una investigación científica se da mediante los siguientes criterios como la dependencia, credibilidad, transparencia, fundamentación y autenticidad, todo ello complementado con la coherencia al momento de redactar (Valencia, 2011, p.502).

- Dependencia: Se describe mediante la equivalencia de resultados extraídos a partir de datos y análisis similares en los diversos estudios analizados esto es, resultados consistentes (Valencia, 2011, p.502).
- Credibilidad: Es la validez, se relaciona con la capacidad para comunicar los puntos de vista de los participantes, de un modo vinculante con el problema de investigación (Valencia, 2011, p.502).
- Transferencia: El investigador al momento de trasladar la información, pues se ofrecerá información veraz, amplia y clara del problema analizado (Valencia, 2011, p.502).
- Fundamentación: La investigación se desarrolla en un marco teórico sólido producto de una revisión literaria del tema de referencias actuales y validadas (Valencia, 2011, p.502).
- Autenticidad: La información no ha sido manipulada, se ha denotado tal y como están en las investigaciones (Valencia, 2011, p.502).

En el presente informe de investigación se cumplió el rigor científico, mediante las diferentes interpretaciones con ética y compromiso, tomando en cuenta la integridad del investigador.

3.8. Método de análisis de información

El método de análisis fue desarrollada mediante la matriz de categorización como se muestra en la tabla 3, donde se describe los criterios de explicación de datos, en este caso se analizó los parámetros y métodos tanto de activación como de la adsorción respectivamente, de las diferentes investigaciones recopiladas que se presentaron (Gras, 1996, p.24).

3.9. Aspectos éticos

La investigación se realizó bajo criterios éticos como:

- Respeto al autor, toda la información tomada esta citada bajo los criterios de la NORMA ISO.
- Cumplimiento de la normativa vigente de la Universidad César Vallejo respecto de la investigación;
- Valor social científico, ya que los resultados de este estudio se direccionan a producir conocimiento en el proceso de adsorción de metales pesados con carbón activado obtenido de la casara de los frutos secos.
- Evaluación independiente, ya que para reducir los sesgos de juicio e intereses, la investigación es revisada por expertos en el tema que no tienen autoría en la misma, pero que tienen la autoridad suficiente como para realizar las correcciones pertinentes, dar su aprobación o de ser el caso, la suspensión del estudio.

Se redactó con veracidad los resultados obtenidos, respetando la normativa vigente que propone la universidad y teniendo en cuenta sobre todo la autoría de las fuentes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del uso del carbón activado obtenido de frutos secos para la adsorción de metales pesados en agua superficiales contaminadas.

Luego de revisar artículos referidos específicamente a la adsorción de metales pesados obtenidos de residuos de frutos secos, hemos analizado que es una alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, en dicho proceso el uso de residuos orgánicos como las cascara de frutos secos puede mostrar gran variedad de mecanismos de acumulación de metales en el carbón activado por su contenido lignocelulotico, cabe mencionar que estos adsorbentes se han categorizado como el principal tema de investigación, por su fácil manipulación, bajo costo y gran eficiencia en la capacidad de adsorción y remoción presentado en el Anexo 4. Además, su desempeño está relacionada al método de activación del carbón y a la manipulación de los parámetros en el proceso.

4.2. Identificación los métodos de activación que se usa en la elaboración del carbón obtenido de frutos secos.

Los resultados obtenidos en las revisiones bibliográficas nos indican que hay dos tipos de activación que son la activación química y la activación física:

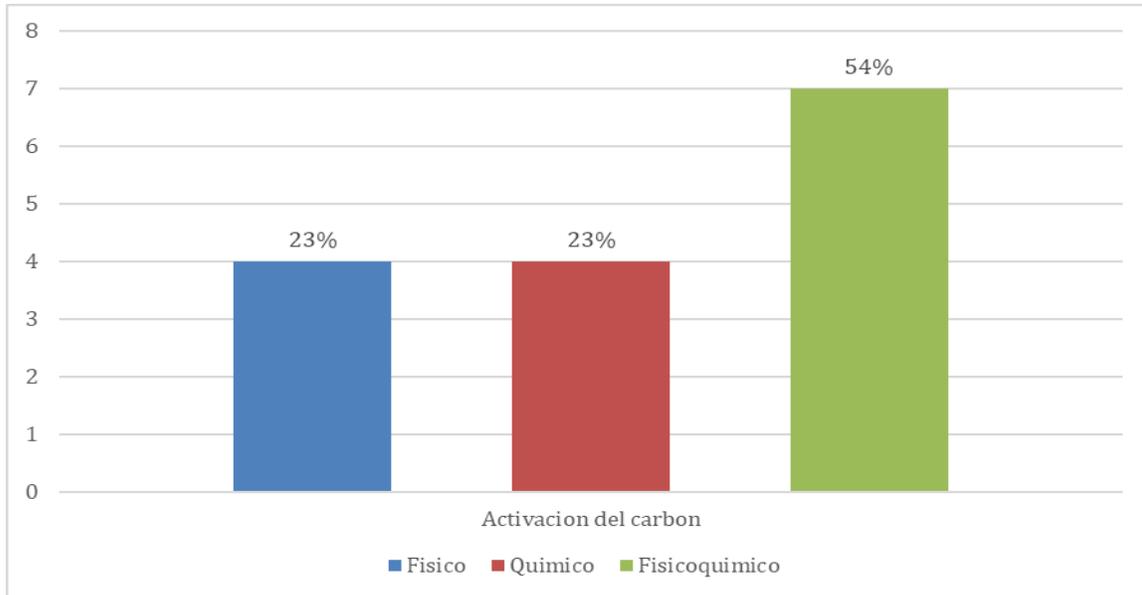
La activación química se considera cuando hay interacción en la superficie del carbón con el reactivo, estas reacciones están relacionadas con modificaciones químicas como la deshidratación, condensación y

degradación, provocando la reducción del peso molecular según menciona Beraldi et al. (2017, p.6).

La fuerza de la interacción entre los poros de la superficie del carbón y los agentes reactivos como ácido fosfórico, ácido sulfúrico, cloruro de zinc, entre otros; es fuerte por lo que se reduce la formación de material volátil, de esta forma aumenta el rendimiento del carbón, donde en un rango promedio de 400 a 600°C se carboniza, en esta etapa del proceso se favorece el desarrollo de la estructura porosa como las investigaciones de Beraldi et al. (2017, p.5), incrementando el área de superficie y por ende mejorando la adsorción debido a la mayor accesibilidad en los sitios activos de las superficie del adsorbente según Aguayo et al. (2017, p.9).

Por otro lado, la activación física está conformado por dos etapas, la primera es la carbonización se da en un rango de 600 a 1000°C y la segunda es la activación del residuo carbonizado, mediante la salida de gases oxidantes, que van a cumplir el rol de eliminar los átomos activos de la estructura generando que aumente la porosidad entre 50% y 75%. Los macro poros generados proporcionan paso a los micro poros y acceso a el interior de la matriz del carbón como menciona Poinern et al. (2011, p.1696).

Grafico 1 Activación de Carbón



Fuente: Elaboración propia

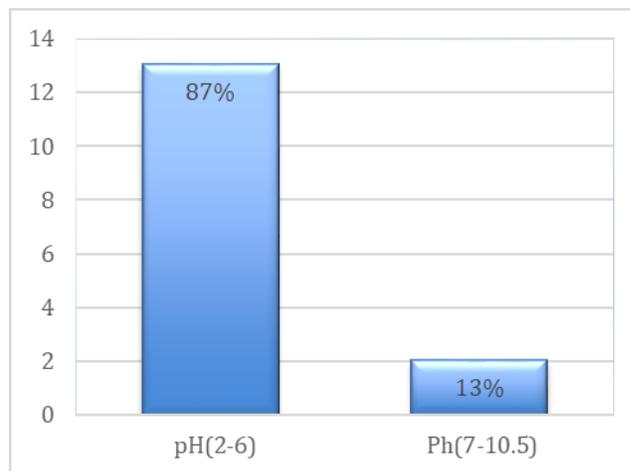
Como se observa en el grafico 1 teniendo como referencia la base de datos del anexo 3, el método de activación más empleado es la unión de los dos métodos en 54%, Aguayo et al. (2017, p.12) nos dice que la combinación de la activación química y física mejora las propiedades de adsorción del carbón ya que los enlaces de las moléculas son estables y las altas temperaturas aumentarían el volumen de los microsporos por ende tendrían mejor adsorción, en comparación con el método solo físico y químico 23%.

el reactivo más utilizado en este proceso es el Ácido Fosfórico (H_3PO_4), con una temperatura promedio de $450^{\circ}C$ como se observa en el Anexo 3. Por otro lado el método de activación física es empleado en 23% de todas las revisiones, el recurso más usado para su proceso es el N_2 , con una temperatura promedio de activación de aprox. $700^{\circ}C$ como nos

mencionan los siguientes autores Asasian et al. (2011, p.287); Banerjee et al. (2018, p.20); Poinern et al. (2011, p.1699); Kaveeshwar et al. (2017, p.21) Calero et al. (2011, p.274); Linares (2018, p.72); Aguayo et al. (2017, 8); Tapia et al. (2018, p.57); Wu et al. (2018, p.8); Kaveeshwar et al. (2018, p.17);); Largitte et al. (2015, p.2).

4.3. Identificación los parámetros en la adsorción de metales pesados en agua superficiales contaminadas.

Gafrico 2 Parametro pH



Fuente; Elaboración propia

pH

El *pH* de la solución es uno de los parámetros más críticos en el proceso de adsorción ya que su eficiencia aumenta con un *pH* máximo de hasta 6, donde el grupo hidroxilo forma un complejo con el ion del metal causando que la velocidad de adsorción sea rápida según Siddiqui et al. (2011p.42). El 87% de los autores que se encuentra ubicados en el anexo 2 obtuvieron el *pH* en rango de (2-6), esto quiere decir que la adsorción

del carbón producido de cascaras de frutos secos llega al equilibrio en pH ácido y el 13% obtuvieron en rango de (7-10.5) que quiere decir pH básico según los siguientes autores Pellegrini et al. (2018, p.5); Asasian et al. (2011, p.287); Banerjee et al. (2018, p.20); Siddiqui et al. (2011, p.45); Poinern et al. (2011, p.1699); Kaveeshwar et al. (2017, p.21) Calero et al. (2011, p.274); Linares (2018, p.72); Beraldi et al. (2017, p.7); Aguayo et al. (2017, 8); Tapia et al. (2018, p.57); Wu et al. (2018, p.8); Kaveeshwar et al. (2018, p.17); Gondhalekar y Shukla (2015, p.1613); Largitte et al. (2015, p.2).

Dosis

A medida que aumenta la dosis del contaminante, la capacidad de adsorción disminuye ya que los poros del carbón activado se saturan y no se realiza el proceso según Siddiqui et al. (2011p.43), pero si se aumenta la dosis de adsorbente el número de sitios disponibles aumentaría, por ello la dosis del carbón activado va depender de la dosis del contaminante diluido según Kaveeshwar et al. (2017. p. 19).

Tiempo de contacto

La adsorción de los iones depende del tiempo de contacto entre el adsorbato y el adsorbente según Pellegrini et al. (2018, p.4); Asasian et al. (2011, p.285); Banerjee et al. (2018, p.13). Se obtuvo un rango de tiempo de contacto o equilibrio eficiente de 16 min a 30min como se muestra en el Anexo 2, mostrando en ese tiempo una buena tasa de captación de iones. Por otra parte los autores Siddiqui et al (2011, p.45); Poinern et al. (2011, 1699), Calero et al. (2011, p.274); Linares (2018, p.72); Aguayo et al. (2017, p.8); Wu et al. (2018, p.8); Gondhalekar y Shukla (2015, p.1613); Kaveeshwar et al. (2018, p.17); Largitte et al. (2015, p.2), tuvieron tiempo de equilibrio (150min-240min).

Temperatura

La temperatura usada por los autores como muestra en el anexo 2 tienen un rango de (20°C-30°C) según los autores Pellegrini et al. (2018, p.5); Asasian et al. (2011, p.287); Banerjee et al. (2018, p.20); Siddiqui et al. (2011, p.45); Poinern et al. (2011, p.1699); Kaveeshwar et al. (2017, p.21) Calero et al. (2011, p.274); Linares (2018, p.72); Beraldi et al. (2017, p.7); Aguayo et al. (2017, 8); Tapia et al. (2018, p.57); Wu et al. (2018, p.8); Kaveeshwar et al. (2018, p.17); Gondhalekar y Shukla (2015, p.1613); Largitte et al. (2015, p.2), cuando la capacidad de adsorción es directamente proporcional a la temperatura el proceso de adsorción que es de naturaleza endotérmica y difusión o proceso cinéticamente controlado pero cuando la capacidad de adsorción es inversamente proporcional a la temperatura, atribuye que el proceso de adsorción es exotérmico y controlado termodinámicamente según Mukhtar (2019p.16).

Agitación

El efecto del tiempo de agitación o contacto entre las fases sólido-líquido en el proceso de adsorción, es un factor importante ya que determinan la distribución de equilibrio del adsorbato según Menéndez y Gullón. (2006, p.7), el promedio de agitación es de 300 rpm según los autores Pellegrini et al. (2018, p.5); Asasian et al. (2011, p.287); Banerjee et al. (2018, p.20); Siddiqui et al. (2011, p.45); Poinern et al. (2011, p.1699); Kaveeshwar et al. (2017, p.21) Calero et al. (2011, p.274); Linares (2018, p.72); Beraldi et al. (2017, p.7); Aguayo et al. (2017, 8); Tapia et al. (2018, p.57); Wu et al. (2018, p.8); Kaveeshwar et al. (2018, p.17); Gondhalekar y Shukla (2015, p.1613); Largitte et al. (2015, p.2).

5. CONCLUSIÓN

- Según las revisiones bibliográficas el carbón activado preparado a partir de residuos de frutos secos obtuvieron alta capacidad de adsorción, teniendo eficacia en la adsorción de metales pesados en agua contaminadas
- Los métodos de activación de carbón es un factor importante debido a que influye en las características fisicoquímicas del carbón activado permitiendo maximizar el área específica y la cantidad de grupo funcionales, existen dos métodos de activación la activación física y la activación química.
- Los parámetros más usados por los autores son el *pH* ácido en una escala de (2-6) ya que hay mejor afinidad con los grupos funcionales de los adsorbentes, la temperatura más adecuada en el proceso de adsorción del carbón es de (25°C-30°C), el tiempo de equilibrio es un factor importante entre el adsorbato y el adsorbente por lo que se determinó como tiempo ideal cuando se encuentra en un rango de 16 min y 30 min.

6. RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista práctico se recomienda la utilización de los residuos orgánicos, en la elaboración del carbón activado para el proceso de adsorción, ya que ayudan a prolongar la vida útil del relleno sanitario, bajos costos y alta eficiencia.

Desde el punto de vista científico, se recomienda la ampliación de investigaciones en lo siguiente:

1. Estudios experimentales de la adsorción que se da en una columna de lecho fijo, estas no funcionan en relación al equilibrio, ya que continuamente ingresa a la columna una disolución, lo cual da lugar a una transferencia constante entre una fase móvil que contiene la sustancia a remover, normalmente en los técnicas industriales se trabaja en medios continuos, este estudio aporta la aplicación de gran facilidad en el tratamiento de aguas contaminadas.
2. Estudios experimentales de la adsorción utilizando como precursor materiales de origen vivo como bacterias y hongo, resulta eficiente ya que puedes manipular dos o más organismos de manera conjunta, para obtener mayores ventajas en el proceso, su utilización de los organismos vivos como materia prima no es escasa y es característico por su bajo costo.

BIBLIOGRAFIA:

1. ABU, Rajab; ZABIN, Sami A. Removal efficiency of Pb, Cd, Cu and Zn from polluted water using dithiocarbamate ligands. Journal of Taibah University for Science, 2017, vol. 11, no 1, p. 57-65.
2. ALCALÁ, Marta Cruz-Guzmán. La contaminación de suelos y aguas: su prevención con nuevas sustancias naturales. Universidad de Sevilla, 2007.
3. ANTICÓ, Enriqueta, et al. Survey of Heavy Metal Contamination in Water Sources in the Municipality of Torola, El Salvador, through In Situ Sorbent Extraction. Water, 2017, vol. 9, no 11, p. 877.
4. ULTON, Michael E. Farmacia: La ciencia del diseño de las formas farmacéuticas. 2004.
5. ALVAREZ, Miguel.[et al].Desarrollo y aplicaciones de materiales avanzados de carbón.[en línea]Universidad internacional de andalucia.Sevilla.2014 .Consultado: 12 de mayo 2020].Disponible en: <https://es.scribd.com/document/396916617/Carbon>
6. AGUAYO-Villarreal, I. BONILLA-Petriciolet, A. y MUÑOZ-Valencia, R. Synthesis of activated carbons from pecan nutshell and their application in the antagonistic adsorption of heavy metal ions. [En línea] vol 233, Marzo de 2017. [Citado el: 20 de octubre de 2019.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732216338247?via%3Dihub>

- 7.
8. AL-SAYDEH, Sajeda A.; EL-NAAS, Muftah H.; ZAIDI, Syed J. Copper removal from industrial wastewater: A comprehensive review. *Journal of industrial and engineering chemistry*, 2017, vol. 56, p. 35-44. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X17303969>
9. ASASIAN, Neda.[et al]. Elimination of mercury by adsorption onto activated carbon prepared from the biomass material.[en línea]science direct. Volumen 18, Número 1 , 25 de enero de 2012, páginas 283-289. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X11002255?via%3Dihub>
10. ARROYO RAMÍREZ, Laura Daniela; RUIZ RIVERA, Diana María. *Determination of adsorption kinetics of chloride sewage of the agricultural sector energy crops, on activated carbon*. 2018. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6840>
11. AZARI, Ali.[et al]. Comprehensive systematic review and meta-analysis of dyes adsorption by carbon-based adsorbent materials: Classification and analysis of last decade studies.[en línea].science direct.2020 [consultado: 13 de mayo de 2020] Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126238>
12. AL-SAYDEH, S. EL-NASS, M y ZAIDI, S. Copper removal from industrial wastewater: A comprehensive review[En línea]vol 56, 25 de Diciembre de 2017. [Citado el: 2 de octubre de 2019] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X17303969?via%3Dihub>

13. BARNEJEE, Munmun [et al.]. Cr(VI) adsorption by a green adsorbent walnut shell: Adsorption studies, regeneration studies, scale-up design and economic feasibility. *science direct*. Volume 116, May 2018, Pages 693-702. [consultado el :6 de mayo 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.03.037>
14. BELLO-HUITLE, V. ATENCO-FERNÁNDEZ, P y REYES-MAZZOCO, R. adsorption studies of methylene blue and phenol onto pecan and castile nutshell prepared by chemical activation [En línea] *Revista Mexicana*, 2010. [Citado el: 14 de SETIEMBRE de 2019.] <https://www.redalyc.org/pdf/620/62016236006.pdf>.
15. BERALDI, Agustina, et al. Modelado de la isoterma de adsorción de cr (vi) empleando carbón activado como adsorbente. 2017.
16. BOTTANI, Eduardo y TASCÓN, Juan. Adsorption by carbons. [en línea]. *Elsivier*. 2008. Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en: https://es.scribd.com/read/282478098/Adsorption-by-Carbons#m_search-menu_912193
17. BORCHARDT, L.; OSCHATZ, M.; KASKEL, S. Tailoring porosity in carbon materials for supercapacitor applications. *Materials Horizons*, 2014, vol. 1, no 2, p. 157-168. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2014/mh/c3mh00112a>
18. CALERO, M., et al. Evaluación de la biosorción de cobre con cáscara de almendra. *Afinidad*, 2011, vol. 68, no 554. [consultado el 20 de mayo 2020] Disponible en : <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/268107>
19. CHAND, Roop; GOYAL, Meenakshi. Activated carbón adsorption. [en línea] Taylor y Francis .London. 2005 Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VUluBwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=activated+carbon&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiD5Kel->

[LDpAhUuGbkGHbdfCzgQ6AEINTAB#v=onepage&q=activated%20carbon&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=jS3BVK1T3iIC&printsec=frontcover&dq=adsorption&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj8nPG9_rPpAhXYG7kGHVzKBtkQ6AEIMTAB#v=onepage&q=activated%20carbon&f=false)

20. CHOWDHURY, Zaid K. *Activated carbon: solutions for improving water quality*. American Water Works Association, 2013.
21. COONEY, David. *Adsorption design for wastewater treatment*. [en línea]. Lewis publishers. New York. 1998. [consultado: 13 de mayo de 2020] Disponibles en: https://books.google.com.pe/books?id=jS3BVK1T3iIC&printsec=frontcover&dq=adsorption&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj8nPG9_rPpAhXYG7kGHVzKBtkQ6AEIMTAB#v=onepage&q=adsorption&f=false
22. CORREDOR, BIBIANA BETANCUR; GARCIA, DAVID MAURICIO JIMÉNEZ; LINARES, BALMES G. GONZAGA. POTENCIAL ZETA (ζ) COMO CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. *Dyna*, 2012, vol. 79, no 175, p. 166-172. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/18293>
23. CRUZ, IZQUIERDO SAÑUDO María, et al. *Evolución histórica de los principios de la química*. Editorial UNED, 2013. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=ITIPAgAAQBAJ&dq=DIFERENCIAS+DE+ISOTERMA+DE+LANGMUIR+Y+FREUNDLICH&hl=es&source=gbs_navlinks_s
24. DOBROSZ-GÓMEZ, Izabela; GÓMEZ, Miguel-Ángel; SANTA, Camilo. Optimización del Proceso de Adsorción de Cr (VI) sobre Carbón Activado de Origen Bituminoso. *Información tecnológica*, 2018, vol. 29, no 6, p. 43-56. [Consultado: 13 de mayo de 2020] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n6/0718-0764-infotec-29-06-00043.pdf>
25. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Contamination of European seas continues despite some positive progress. 15 of may 2019. [consultado

- 22 abril 2020] disponible en :
- <https://www.eea.europa.eu/highlights/contamination-of-european-seas-continues>
26. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA).Mercury pollution remains a problem in Europe and globally.19 of setember 2018.[consultado 22 abril 2020] disponible en : <https://www.eea.europa.eu/highlights/mercury-pollution-remains-a-problem>
27. EL PERUANO.Norma lesgales.Resolucion ministerial N° 126-2019-MINAM.[en linea].Editora peru .Martes 7 de mayo 2019.[Fecha de consulta : 15 de abril 2020]Disponible en:
- <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/declaran-en-emergencia-ambiental-el-area-geografica-que-comp-resolucion-ministerial-no-126-2019-minam-1766540-1>
28. FERRERO, Juan Antonio Conesa. *Curso básico de análisis térmico*. Editorial Club Universitario, 2014.Disponible en:
- <https://books.google.es/books?id=PKo4DwAAQBAJ&lpg=PA3&ots=fchYaXJYYK&dq=Curso%20b%C3%A1sico%20de%20an%C3%A1lisis%20t%C3%A9rmico&hl=es&pg=PA3#v=onepage&q=Curso%20b%C3%A1sico%20de%20an%C3%A1lisis%20t%C3%A9rmico&f=false>
29. GONDHALEKAR, Sachin C.; SHUKLA, Sanjeev R. Biosorption of cadmium metal ions on raw and chemically modified walnut shells. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2015, vol. 34, no 6, p. 1613-1619. .[consultado el 20 de mayo 2020]Disponible en :
- <https://doi.org/10.1002/ep.12161>
30. GOMEZ,Alexander.[et al].Carbon activado de cuesco de palma.[en línea]Universidad nacional de colombia .2010.[en línea]Taylor y Francis .London.2005 Consultado: 12 de mayo 2020].Disponible en: <https://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-820-0.volltext.frei.pdf> ISBN: 978-89958-820-0

31. GUPTA, Vinod Kumar; NAYAK, Arunima; AGARWAL, Shilpi. Bioadsorbents for remediation of heavy metals: current status and their future prospects. *Environmental engineering research*, 2015, vol. 20, no 1, p. 1-18.
32. GUEVARA, Edilberto. transporte y transformación de contaminantes en el ambiente y contaminación de las aguas.[en línea].Prinera Edicion.ANA.Enero 2016.[Fecha de consulta : 15 de abril 2020]Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3941> ISBN: 978-612-4273-08-7
33. HERNANDEZ, Virginia Y BONILLA Petriocet. Lignocellulosic precursors used in the synthesis of activated carbon: characterization techniques and applications in the wastewater treatment [En línea] España,2012. [Citado el: 10 de setiembre de 2019.]
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OqPDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=MONTOYA,+Virginia+Hern%C3%A1ndez%3B+BONILLA->
34. HON, David. Chemical modification of lignocellulosic materials[en línea].CRC Amazon.New York.1996.
35. IZQUIERDO, José Felipe; TORRES, José Felipe Izquierdo. Cinética de las reacciones químicas. Edicions Universitat Barcelona, 2004. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=IdJ03bLyxH4C&pg=PA1&ots=TB1IUgYDqW&dq=Cin%C3%A9tica%20de%20las%20Reacciones%20Qu%C3%ADmicas&lr&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=Cin%C3%A9tica%20de%20las%20Reacciones%20Qu%C3%ADmicas&f=false>
36. JIMENEZ, Blanca. La contaminación ambiental en Mexico: causas,efecto y tecnología aplicada.[en línea].Femisca.Mexico.2001.[Consultado: 12 de mayo 2020].Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=8MVxlyJGokIC&pg=PA229&dq=carbon+activado&hl=es->

[419&sa=X&ved=0ahUKEwip_e6igbHpAhXcGLkGHQQ_BVAQ6AEIPDAC#v=onepage&q=carbon%20activado&f=false.ISBN6042-X](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.177)

37. KAVEESHWAR, Aditya Rajeev, et al. Pecan shell based activated carbon for removal of iron (II) from fracking wastewater: adsorption kinetics, isotherm and thermodynamic studies. *Process Safety and Environmental Protection*, 2018, vol. 114, p. 107-122.[consultado el 20 de mayo 2020]Disponible en : [sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095758201730410X](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095758201730410X)
38. KAVEESHWAR, Aditya Rajeev, et al. Adsorption properties and mechanism of barium (II) and strontium (II) removal from fracking wastewater using pecan shell based activated carbon. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 193, p. 1-13. .[consultado el 20 de mayo 2020]Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618313684>
39. KHAN, E. SHAHJAHAN y TABREZ . Adsorption of methyl red on activated carbon derived from custard apple(*Annona squamosa*) fruit shell: Equilibrium isotherm and kinetic studies [En línea] vol 249,enero de24 de 2018. [Citado el: 25 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.11.125>
40. KRISHNAMOORTHY, R.et al. Date pits activated carbon for divalent lead ions removal [En línea]vol 128, 4 de octubre de 2018. [Citado el: 2 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2018.12.011>
41. KUMAR, A y MOHAN J.et al. Removal of methylene blue and phenol onto prepared activated carbon from Fox nutshell by chemical activation in batch and fixed-bed column [En línea] vol 137,20 de Noviembre de 2016. [Citado el: 4 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.177>
42. LARGITTE, L., et al. Comparison of the adsorption of lead by activated carbons from three lignocellulosic precursors. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2016, vol. 219, p. 265-275).[consultado el 20 de mayo 2020]Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1387181115003844>

43. LAVADO MEZA, Carmencita; SUN KOU, Maria del Rosario; BENDEZU, Salvador. Adsorción de plomo de efluentes industriales usando carbones activados con H₃PO₄. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2010, vol. 76, no 2, p. 165-178. [Fecha de consulta: 19 de abril 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v76n2/a07v76n2.pdf>
44. LINARES POMAREDA, Jane Mara. Remoción de Iones Plomo (II) de aguas sintéticas mediante el biosorbente obtenido de la cáscara de castaña (Bertholletia Excelsa). 2018.
45. LIVINGSTONE, Grace. Peru's children hit by metal poisoning[en línea]. BBC 5 setember 2018.[Fecha de consulta:19 de abril 2020].Disponible en: <https://www.bbc.com/news/health-44458102>
46. MALHOTRA, Naresh K. *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. Pearson educación, 2004.
47. MARCH, Harry y RODRIGUEZ ,Francisco.Activated carvon.[en línea]University of alicante,spain.2005.[en línea]Taylor y Francis .London.2005 Consultado: 12 de mayo 2020].Disponible en: <https://es.scribd.com/read/282478040/Activated-Carbon>
48. MARIAPPAN, R, VAIRAMUTHU, R y GANAPATHY, A. Use of chemically activated cotton nut shells carbon for the renoval of fluoride contaminated drinking water: kinetics evaluation[En línea] Vol 23.Numero 4,Abril de 2015. [Citado el: 20 de noviembre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2014.05.019>
49. MINSA.Resolucion ministerial.[en línea]. N°979-2018.25 de octubre 2018[Fecha de consulta 19 de abril 2020]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/217486/Resoluci%C3%B3n_Ministerial_N_979-2018-MINSA.PDF
50. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Loreto: Minam declara emergencia ambiental por 90 días en el distrito de Trompeteros.[en línea].MINAM 7 de mayo 2019.Dispinoble en

- [:https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/28169-loreto-minam-declara-emergencia-ambiental-por-90-dias-en-el-distrito-de-trompeteros](https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/28169-loreto-minam-declara-emergencia-ambiental-por-90-dias-en-el-distrito-de-trompeteros)
51. MINISTERIO DEL AMBIENTE DE PERÚ. Sistematización de experiencias de investigación y manejo de castaña (*Bertholletia excelsa*) en ecosistemas de terrazas altas en el Departamento de Madre de Dios. La castaña amazónica. (2014).[consultado el 20 de mayo 2020] Disponible en : <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/Publicaci%C3%B3n-CASTA%C3%91AS-compressed.pdf>
52. MOHANKUMAR, k, , V. HARIHARAN y PRASADA RAO. Heavy Metal Contamination in Groundwater around Industrial Estate vs Residential Areas in Coimbatore, India. [en línea] Pulmet. Biochemistry. Abril 2016 [fecha de consulta: 15 de abril del 2020]. Disponible en: <10.7860/JCDR/2016/15943.7527>
53. MONTOYA, Virginia Hernández; BONILLA-PETRICIOLET, Adrian (ed.). *Lignocellulosic precursors used in the synthesis of activated carbon: characterization techniques and applications in the wastewater treatment*. BoD—Books on Demand, 2012.
54. MOUNI, L. et al. Adsorption of Pb (II) from aqueous solutions using activated carbon developed from apricot stone [En línea] vol 247. 6 de abril de 2011. [Citado el: 19 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.038>
55. MUKHTAR, Ahmad, et al. CO₂/CH₄ adsorption over functionalized multi-walled carbon nanotubes; an experimental study, isotherms analysis, mechanism, and thermodynamics. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2020, vol. 294, p. 109883.
56. NAVARRO, Fernando Martos. Auxiliares Administrativos de Corporaciones Locales Del País Vasco. Test. MAD-Eduforma, 2005. [Citado el: 19 de octubre de 2019.]

- <https://books.google.com.pe/books?id=z9XuER3zjTAC&lpg=PA666&dq=qu e%20es%20el%20an%C3%A1lisis%20documental&hl=es&pg=PA666#v=onepage&q&f=false>
57. NEJADSHAFIEE, V y ISLAMI, M. Adsorption capacity of heavy metal ions using sultone-modified magnetic activated carbon as a bio-adsorbent[En línea] vol 101. Agosto de 2019. [Citado el: 3 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.03.081>
58. LINARES POMAREDA, Jane Mara. Remoción de Iones Plomo (II) de aguas sintéticas mediante el biosorbente obtenido de la cáscara de castaña (Bertholletia Excelsa). 2018.[consultado el 20 de mayo 2020] Disponible en : <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6241/FSDlipojm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
59. SALEH, Tawfik A.; GUPTA, Vinod Kumar. Processing methods, characteristics and adsorption behavior of tire derived carbons: a review. *Advances in colloid and interface science*, 2014, vol. 211, p. 93-101.
60. SALDANA, Jully Pahola Calderon, et al. *Metodología de la investigación científica en postgrado*. Lulu. com, 2010.
61. SHAWAI, Sadiq Abdurrahman Abubakar, et al. A Review on Heavy Metals Contamination in Water and Soil: Effects, Sources and Phytoremediation Techniques. *International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, 2017, vol. 2, no 2, p. 21-27.
62. ORBE, Tania. Hallan metales pesados en ríos amazónicos en Ecuador. Scidevnet. 7 de febrero del 2020. [consultado: 16 de abril 2020] Disponible en: <https://www.scidev.net/america-latina/medio-ambiente/noticias/hallan-metales-pesados-en-rios-amazonicos-de-ecuador.html>

63. PELÁEZ CID, Alejandra Alicia, et al. Synthesis of activated carbons from black sapote seeds, characterization and application in the elimination of heavy metals and textile dyes. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1004954119301429>
64. POINERN, Gerrad. [Et al] Adsorption of the aurocyanide, Au(CN)₂⁻ complex on granular activated carbons derived from macadamia nut shells – A preliminary study. [en línea] science direct. [Volume 24, Issue 15](#), December 2011, Pages 1694-1702. [consultado el :6 de mayo 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.09.011>
65. QUIAN, Eika. Pretreatment and Saccharification of Lignocellulosic Biomass. [en línea]. science direct. 2014, Pages 181-204. [Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404609-2.00007-6>
66. RAMÍREZ, Anyi P., et al. Preparación de carbón activado a partir de residuos de palma de aceite y su aplicación para la remoción de colorantes. *Revista Colombiana de Química*, 2017, vol. 46, no 1, p. 33-41.
67. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.3 en línea]. consultado: 13 de mayo de 2020] Disponibles en: <https://dle.rae.es/contenido/cita>
68. RINCÓN, José María, et al. Producción de carbón activado mediante métodos físicos a partir de carbón de El Cerrejón y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales provenientes de tintorerías. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2015, vol. 39, no 151, p. 171-175. [consultado: 16 de abril 2020] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v39n151/v39n151a04.pdf>
69. ROJAS, María. Diseño y síntesis de materiales " a medida" mediante el método SOL-GEL. Editorial 8UNED, 2012.

70. ROBLEDO, Cesar. Técnicas y proceso de investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas. USAC Unidad Didáctica de Investigación, 2003, vol. 1, p. 63-73.
71. SALEH, Tawfik A.; GUPTA, Vinod Kumar. Processing methods, characteristics and adsorption behavior of tire derived carbons: a review. *Advances in colloid and interface science*, 2014, vol. 211, p. 93-101.
72. SINGH, M [et al]. Heavy Metals Contamination in Water and their Hazardous Effect on Human Health-A Review [en línea]. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* Volume 5 Number 10(2016) [fecha de consulta 28 de abril del 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.510.082>. ISSN: 2319-7706
73. SUN KOU, M. et al. Adsorción de metales pesados empleando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje. *Scielo*. [En línea] vol 80 .8 de diciembre de 2014. [Citado el: 9 de octubre del 2019] http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2014000400002
74. TAPIA, et al. Remoción de iones cobre y níquel con cáscara de maní. *Instituto federal de ciencia y tecnología*. [En línea] 2018. [Citado el: 3 de octubre de 2019.] <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7064>.
75. TAN, K. L.; HAMEED, B. H. Insight into the adsorption kinetics models for the removal of contaminants from aqueous solutions. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2017, vol. 74, p. 25-48. [En línea] 2018. [Citado el: 5 de mayo del 2019.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876107017300378>
76. TOTH, Jozsef. Adsorption. [en línea]. Marcel Dekker. Now York. 2002. [consultado: 13 de mayo de 2020] Disponibles en: <https://books.google.com.pe/books?id=ITMzpP1lcpkC&printsec=frontcover>

- [&d](#)
[=adsorption&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj8nPG9_rPpAhXYG7kGHVzKBtkQ6AEIOzAC#v=onepage&q=adsorption&f=false](#)
77. ÜNER, Osman; GEÇGEL, Ünal; BAYRAK, Yüksel. Preparation and characterization of mesoporous activated carbons from waste watermelon rind by using the chemical activation method with zinc chloride. *Arabian Journal of Chemistry*, 2015
78. VALDERRAMA, Jose. Información tecnológica. La Influencia del Grado de Neutralización de Aminas en la Flotación Inversa de Mena de Hierro. RMF Lima y MP Magaljaes (Brasil). Chile: Centro de información tecnológica, 2002, p. 98. [Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=J7iFUKcG-oQC&lpg=PA32&dq=QUE%20INFLUENCIA%20TIENE%20EL%20TIEMPO%20DE%20AGITACION%20EN%20LA%20ADSORCION&hl=es&pg=PA32#v=onepage&q=QUE%20INFLUENCIA%20TIENE%20EL%20TIEMPO%20DE%20AGITACION%20EN%20LA%20ADSORCION&f=false>
79. VARGAS,[et al]. De residuo a recurso el cambio hacia la sostenibilidad.[en línea] Compostaje rey de España.2014.[Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/270507035_Residuos_organicos_en_la_restauracionrehabilitacion_de_suelos_degradados_y_contaminados_Libro_4_en_III_Recursos_organicos_Aspectos_agronomicos_y_medioambientales_Libro_4_Serie_De_Residuo_a_Recurs_El
80. VENTURI, Denis. DESDE CERVEZA A BIOPLÁSTICO: LA CÁSCARA DE ALMENDRAS Y SU INCREÍBLE REUTILIZACIÓN. [Línea]. Innaturale. Ecología Medio Ambiente.4 Diciembre. 23 julio 2018.

[Fecha de consulta: 29 de abril 2020] Disponible en:
<https://www.innaturale.com/es/desde-cerveza-a-bioplastico-la-cascara-de-almendras-y-su-increiblereutilizacion/>

81. VALENCIA, María Mercedes Arias; MORA, Clara Victoria Giraldo. El rigor científico en la investigación cualitativa. *Investigación y educación en enfermería*, 2011, vol. 29, no 3, p. 500-514. [Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3845203>
82. VIDAL, Francisco Javier Rodríguez. *Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización*. Ediciones Díaz de Santos, 2003. [Consultado: 12 de mayo 2020]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=xD-ICgAAQBAJ&lpg=PA170&dq=estructura%20del%20carbon%20activado&hl=es&pg=PA170#v=onepage&q=estructura%20del%20carbon%20activado&f=false>
83. WU, Long, et al. Production of activated carbon from walnut shell by CO₂ activation in a fluidized bed reactor and its adsorption performance of copper ion. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2018, vol. 20, no 3, p. 1676-1688.
84. ZHANG, D. et al. Facile synthesis of hierarchical mesoporous-rich activated carbon with. *Science direct*. [En línea] vol 546. 19 de marzo de 2019. [Citado el: 2 de octubre de 2019.] <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.03.059>

ANEXOS:

ANEXO 1 Anexo de Ficha de Datos

FICHA DE DATOS						 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FICHA N°	AUTOR (ES):				AÑO	
TIPO DE FUENTE						
Artículo español	Artículo inglés	Tesis	Informe	Libro	Otros	
MÉTODO DE ACTIVACIÓN			PALABRA CLAVE:			
A.Físico	A.Químico					
FECHA DE REVISIÓN						

Fuente : Elaboración propia

ANEXO 2 Tabla de parámetros del proceso de Adsorción del Carbón Activado

	<i>pH</i>	CONCENTRACION (PPM)	TIEMPO ADSORCION (min- h)	TEMPERATURA DE ADSORCION(°C)	AGITACION (rpm)
Pellegrini et al, 2018	5	50ppm	16 min	25	185
Asasian et al, 2011	8	100ppm	30min	20	300
Banerjee et al, 2018	2	25ppm	300 min		125
Siddiqui et al 2011	6	50ppm	180min	30	120
poinern et al, 2011	10.5	100ppm	8h	20	
Kaveeshwar et al, 2017	3	300ppm	150min	30	300
Calero et al, 2011	5	10ppm	120min	25	700
Linares, 2018	5.5	150ppm	8h		
Beraldi et al, 2017	4.8-5.3		24h	20	
Aguayo et al, 2017	5	50ppm	48h	30	
Tapia et al, 2018	3	5ppm	30min-60min		700
Wu et al, 2018	5	200ppm	90 min	30	
Kaveeshwar et al, 2018p	6	55ppm	150min	30	300
Gondhalekar y Shukla, 2015	6	100ppm	240min	30	150
Largitte et al, 2015	6	150ppm	2h	30-40	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3 Tabla Método activación Física-Químico-Reactivo-Tiempo de impregnación-Temperatura

Autor	Físico	Químico	Tiempo de impregnación	Temperatura
Pellegrini et al.,2018		H ₃ PO ₄ 50%	30 min	400°C
Asasian et al,2011	N ₂	ZnCl ₂ =1.3g	1 h	600°C
Banerjee et al,2018	N ₂	K ₂ Cr ₂ O ₇ =2.8g	1h	150°C
Siddiqui et al 2011		NO ₃		750°C
Poinern et al,2011	N ₂ CO ₂			<800°C
Kaveeshwar et al,2017	N ₂	H ₃ PO ₄ 50% H ₃ SO ₄ 50% KOH 50%	1h	450°C
Calero et al,2011	N ₂			
Linares,2018	N ₂			600°C
Beraldi et al,2017		H ₃ PO ₄ 50%	25min	450°C
Aguayo et al,2017	Co ₂ ,N ₂	H ₂ SO ₄ H ₃ PO ₄ CH ₃ COOH CaCl ₂		700°C
Tapia et al,2018	N ₂			900°C
Wu et al,2018	Co ₂ ,N ₂			
Kaveeshwar et al,2018	N ₂	H ₃ PO ₄ H ₂ SO ₄	90 min	450°C
Gondhalekar y Shukla,2015		NO ₃		
Largitte et al,2015	N ₂	HNO ₃		800°C

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4 Tabla fruto seco-Capacidad de Adsorción

	METAL	MATERIAL CARBONOSO	CAPACIDAD DE ADSORCION
Pellegrini et al.,2018	Cromo (IV)	Cascara de nuez	17,47mg/g
Asasian et al,2011	Hg ²⁺	res.regaliz, cas. de pistacho	147.11mg/g
Banerjee et al,2018	Cromo(IV)	cascara de nuez	57.71%
Siddiqui et al 2011	Pb II	cascara de pistacho	24mg/g
poinern et al,2011	10.5	cas.nuez/cas. coco	Cas. de nueces 4.23mg/g cas. de coco 3.58mg/g
Kaveeshwar et al,2017	Fe ²	cascara de pecana	41,66mg/g
Calero et al,2011	Cu(II)	cascara de almendra	9.44mg/g
Linares,2018	Pb II	cascara de castaña	capacidad de adsorcion 56.05mg/g
Beraldi et al,2017	Cromo(IV)	cascara de maní	11.47 mmol/g
Aguiayo et al,2017	Cu(II) Zm(II)	cascara de pecana	0.011-0.368mmol/g
Tapia et al,2018	Cu(II) Ni(II)	cascara de maní	68.3% cu ²⁺ ,47.6% ni ²⁺
Wu et al,2018	Cu(II)	cascara de nuez	32.3mg/g
Kaveeshwar et al,2018p	Cd(II)	Cas. de nuez alcaliz(AWS) Cas.a de nuez cruda(RWS)	adsorcion RWS y AWS para iones Cd(II) era 4.20 y 14.29mg/g
Gondhalekar y Shukla,2015	Ba(II) Sr(II)	cascara de pecana	Ba(II) de 3,33 mg / g Sr(II) de 8,8 mg / g
Largitte et al,2015	Pb(II)	Sem. de guayaba(G) Cas. de pecana(A) Piedra. de dinde(D)	adsorcion 50 (Dindé), 96 (Guayaba) y 112 (Almendra) mg/g