



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Uso de cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la
eliminación de metales pesados en aguas contaminadas: Una
revisión sistemática de los últimos 5 años.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Huamán Linares, Baressa Milagros (ORCID: 0000-0002-8434-9327)

Juarez Caquiamarca, Yessica (ORCID: 0000-0002-2236-1646)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (ORCID: 0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria (Baressa):

El presente trabajo de investigación va dedicado a toda mi familia, de manera especial a mis amados padres Rober y Luz Haydee, quienes fueron pilares imprescindibles en mi formación profesional, por brindarme su amor incondicional, los recursos para lograr este objetivo, la confianza y los valores inculcados. A mi esposo Ángel por su amor, por estar a mi lado y brindarme todo su apoyo. A mis hermanos Astrid y Roberth por su apoyo, a mis sobrinos Briana e Íker por su amor y alegría, también a mi primo Daniel E. por su valioso apoyo. Muchas gracias.

Dedicatoria (Yessica):

El presente trabajo está dedicado a mis padres; Cecilio Juarez y Norma Caquiamarca por darme seguridad, fortaleza y enseñarme a ser perseverante para cumplir mis metas proyectadas y no rendirme ante cualquier obstáculo. A mi esposo por estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida.

Agradecimiento:

En primer lugar, agradecer a Dios, por la oportunidad de la vida y acompañarme siempre hasta llegar a este momento tan importante en mi vida, a la Universidad César Vallejo, a mi asesor Dr. Yimi Lozano Sulca por su apoyo constante en el desarrollo del trabajo de investigación, y a todas las personas que me apoyaron en la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento:	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1 Tipo y diseño de investigación.	13
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:	14
3.3 Escenario de Estudio.	16
3.4 Participantes.	16
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	16
3.6 Procedimientos.	17
3.7 Rigor Científico.	19
3.8 Método de análisis de información.	22
3.9 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Matriz de categorización	15
TABLA 2: Tipos de cáscaras vegetales utilizados como adsorbentes de metales pesados.	24
TABLA 3: Influencia de la temperatura en el tratamiento de metales pesados....	31
TABLA 4: Influencia del ph en el tratamiento de metales pesados.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Diagrama de bloques	18
--	----

Resumen

Esta investigación que lleva por título “Uso de cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas: Una revisión sistemática de los últimos 5 años”, donde el objetivo principal fue determinar las condiciones óptimas del uso de las cáscaras vegetales como bioadsorbente para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas mediante una revisión sistémica de los últimos 5 años, estudio perteneciente al tipo de investigación aplicada, diseño cualitativo. Se realizó un análisis de 451 artículos, de las cuales sólo consideramos 16 artículos científicos como base de la investigación, la indagación de la información se realizó en la base de datos de buscadores muy reconocidos a nivel internacional, SciELO, EBSCOhost, ScieceDirect, ProQuest y Scopues, obteniendo como conclusiones que las cáscaras de vegetales más utilizadas en los procesos de bioadsorción de iones metales en aguas contaminadas según las investigaciones revisadas son: la cáscara de yuca (15%), cáscara de naranja (15%), Cáscara de arroz (15%), cáscara de plátano (10%), cáscara de limón (10%), cáscara de café (10%) y otros (25%), que las temperaturas son muy variadas en el proceso de bioadsorción de metales pesados en aguas contaminadas utilizando cáscaras vegetales, para remover el Cr (VI) la mejor eficiencia de remoción se dio a 353.15 °K, donde los procesos endodérmicos favorecen a altas temperaturas donde se logra mayor eficiencia de remoción, ya que estas influyen en el proceso de adsorción por ser métodos exotérmicos, lo mismo para la adsorción de Cr con cáscara de plátano es factible a temperaturas 40 °C hasta los 55 °C y que la influencia del potencial de hidrógeno (pH) en el proceso de tratamiento o adsorción de metales pesados en aguas contaminadas es fundamental, ya que ayuda precisamente a mejorar la eficiencia de remoción de los iones metálicos, logrando alcanzar niveles altos de eliminación a pH de 6 a menos unidades, por lo que la mayor eficiencia de remoción de metales pesados se presentaron en rangos de pH 4 y pH 6, facilitando la eliminación y adsorción de iones metales.

Palabras clave: potencial de hidrógeno, metales pesados, bioadsorción, cáscaras vegetales

Abstract.

This research entitled "Use of vegetable peels as bioadsorbents for the removal of heavy metals in contaminated water: A systematic review of the last 5 years", where the main objective was to determine the optimal conditions for the use of vegetable peels as bioadsorbent for the elimination of heavy metals in contaminated waters through a systemic review of the last 5 years, a study belonging to the type of applied research, qualitative design. An analysis of 451 articles was carried out, of which we only considered 16 scientific articles as the basis of the research, the investigation of the information was carried out in the database of highly recognized international search engines, SciELO, EBSCOhost, ScieceDirect, ProQuest and Scopues, obtaining as conclusions that the vegetable peels most used in the processes of bioadsorption of metal ions in contaminated waters according to the reviewed investigations are: cassava peel (15%), orange peel (15%), rice peel (15%), banana peel (10%), lemon peel (10%), coffee peel (10%) and others (25%), that the temperatures are very varied in the process of bioadsorption of heavy metals in contaminated waters using Vegetable peels, to remove Cr (VI), the best removal efficiency was at 353.15 °K, where endodermal processes favor high temperatures where greater removal efficiency is achieved, since these influence the adsorption process because they are exothermic methods. , the same for the adsorption of Cr with banana peel is feasible at temperatures 40 °C to 55 °C and that the influence of the hydrogen potential (pH) in the treatment or adsorption process of heavy metals in polluted waters is fundamental, since it precisely helps to improve the removal efficiency of metal ions, achieving high levels of removal at pH 6 to fewer units, so that the highest removal efficiency of heavy metals occurred in ranges of pH 4 and pH 6, facilitating the removal and adsorption of metal ions.

Keywords: hydrogen potential, heavy metals, bioadsorption, vegetable peels.

I. INTRODUCCIÓN

Los metales pesados se consideran por medio de la tabla periódica como elementos químicos de alta densidad (mayor a 4 gr/cm³), por encima de 20 su masa y peso atómico, en concentraciones bajas son tóxicos (Pabón et al., 2020, p.9). Algunos de estos metales son el aluminio, cobre, berilio, cadmio, hierro, cobre, plomo, entre otros (Londoño, et al., 2016, P.147). Los metales tóxicos y metaloide en los cuerpos de agua, suelo y aire, representa uno de los mayores problemas que involucran la seguridad alimentaria y la salud pública a nivel mundial y local (Reyes, et al., 2016, p.66). Por sus características el agua puede diluir y contener sustancias químicas (inorgánicas y orgánicas); es por eso por lo que se le llama de manera apropiada el solvente universal, llegando a albergar inclusive organismos microscópicos (Breslow, R 2010, p.2).

La contaminación ambiental del agua derivado de descargas de tintes que se utilizan en actividades textiles, producción de papel, cosméticos y por las industrias fabricantes de alimentos (Mital, et al. 2007, p.1), son altamente visibles aun en cantidades inferiores a las concentraciones traza, provocando problemas visuales, estéticos y ambientales para los ecosistemas acuáticos (Kannan & Sundaram, 2001, P.26), el enfoque de remediación de aguas residuales está centrada en recuperar el agua para utilizarla y convertirla en un elemento que pueda disponer de manera permanente en la tierra. Sin embargo, los acuíferos de aguas subterráneas son contaminados por los lixiviados (Othmani, et al., 2021. P.1). Los elementos orgánicos como el fenol y cromo (VI) y cadmio (II) son tóxicos y cancerígenos para los humanos afectando el funcionamiento motriz del cuerpo. El fenol es vertido por industrias como las refinerías y la producción de productos químicos orgánicos (Mohammadi, et al. 2015, p.3), los contaminantes llegan día a día tanto a las aguas superficiales y a las subterráneas (Rosales, et al., 2016, p.4).

También la cáscara de arroz se comporta como material absorbente que ayuda a la eliminación de contaminantes. Esta propiedad ayuda a la adsorción de diversos contaminantes en el agua como metales pesados, tiene una gran eficacia para remediar metales como el Pb, Cu, Zn, Se, Hg, Cd, As. Cr y Ni (Arshdeep, et al., 2021, p.2), varios estudios orientan el uso de la cáscara de

arroz y otras formas de biomasa en la transformación y eliminación de metales pesados durante el tratamiento de lodos (Huang, et al., 2017, p.2), el contenido global de metales pesados como Cu, Zn y Ni en el biocarbón se reducen, pero no se observa la reducción de la movilidad de estos elementos en los lixiviados (Hu, et al., 202, p.1). Para minimizar los efectos negativos de las aguas contaminadas, se implementaron múltiples técnicas físicas, químicas y microbiológicas, en los tratamientos químicos el uso de polímeros es un procedimiento común, en la que los materiales derivados de la celulosa altamente disponibles han ganado mucho énfasis para ser aplicados como agentes de remediación ambiental, estos residuos tienen un gran potencial debido a su biocompatibilidad, buenas propiedades mecánicas, viabilidad económica, baja toxicidad y es amigable con el medio ambiente (Sjahro, et al., 2021, p.1), para mitigar los efectos negativos que tiene el agua contaminada, se han implementado muchas técnicas como los tratamientos físicos, químicos y microbiológicos, en los tratamientos químicos el uso de polímeros es el más difundido, donde los materiales derivados de la celulosa han ganado mucho interés (UN, 2015, p.2). La pulpa del café como adsorbente puede ser empleado de manera eficiente para eliminar Mn (II) de las aguas residuales industriales, los que evitarían efectos dañinos en la salud humana como el crecimiento anormal de bebés, trastornos del estado de ánimo y otras complicaciones psiquiátricas (Gómez, et al. 2020, p.1).

Actualmente, los métodos tradicionales de tratamiento de aguas residuales se unen a los métodos no convencionales o biotecnológicos. Una gran mayoría de autores mencionan la importancia de la adsorción y el uso de adsorbentes naturales como una opción viable para combatir la contaminación ambiental. Varios de los procesos convencionales para la eliminación de metales, son de altos costos de capital con los gastos recurrentes, por ello no son adecuados para las pequeñas industrias. A consecuencia de ello es imprescindible proporcionar alternativas o métodos nuevos de remoción que se acoplen a las necesidades particulares de cada empresa (Aguilar & Flores, 2018). sí también, el presente trabajo de investigación busca la utilización de cáscaras de vegetales

como bioadsorbentes para la destrucción de metales tóxicos en fuentes contaminadas, ya que se enfoca mostrar una alternativa para el tratamiento barato y ambientalmente sustentable.

Por todo lo expuesto y los cimientos de la realidad problemática se planteó el problema general, ¿Cuáles son las condiciones óptimas del uso de las cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?, también mostramos los problemas específicos:

PE1: ¿Cuáles son los tipos de cáscaras vegetales utilizadas como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?

PE2: ¿Cuál es la influencia de la temperatura utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?

PE3: ¿Cuál es la influencia del pH utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes en la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?

El objetivo general es determinar las condiciones óptimas del uso de las cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas, mediante una revisión sistemática de los últimos 5 años, los objetivos específicos son:

OE1: Identificar los tipos de cáscaras vegetales utilizadas como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en agua contaminadas.

OE2: Analizar la influencia de la temperatura utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas.

OE3: Analizar la influencia del pH utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas.

De tal manera presente estudio de investigación se justifica teóricamente, ya que, busca confrontar diversas teorías e investigaciones a nivel mundial que traten la problemática planteada para así generar nuevos y amplios conocimientos a los diversos lectores.

II. MARCO TEÓRICO

Se hacen citas a estudios previos como antecedentes, los que presentamos seguidamente: Monroy, et al., el objetivo de su investigación fue estudiar el potencial de remoción de la cáscara de naranja y la cáscara de trigo en solución acuosa, Se utilizaron la prueba de jarra y la calorimetría para verificar la capacidad de eliminación de la cáscara de naranja y la cáscara de trigo con un diámetro de 850 micrones en agua sintética a pH 1, pH 3 y pH 5. Por este motivo, se seleccionaron las condiciones y el adsorbente más adecuado, y luego se aplicó en la fuente residual, y luego se diseñó y verificó un sistema de adsorción a escala piloto para simular las condiciones de laboratorio. Finalmente, se muestran las condiciones más efectivas para el adsorbente. Cuando se usa el adsorbente de cáscara de naranja de pH 1 en AR, pueden eliminar el 68% y el 33% de cáscara de naranja a pH 1 y pH 3. La tasa de eliminación del floculante de cáscara de trigo es 37% Cr (VI) y la verificación del sistema arrojó un valor promedio efectivo de 58%. (2021, p.2)

Como expresa Villabona, et al., donde el objetivo fue determinar el efecto de la temperatura en la adsorción del Cr (VI) usando materiales de desecho de la agroindustria, como bagazo de caña y cáscaras de plátano, la metodología consistió en preparar inicialmente la biomasa, su caracterización y pruebas posteriores de adsorción fijando la concentración inicial del metal a 100 ppm, tamaño de la partícula de 0.05 mm, biomasa 0.325 g, pH 2 y volumen de 100 ml. La temperatura del proceso varió entre 303.15 K y 352.15 K. los resultados muestran que el efecto de la temperatura no presenta una tendencia definida para el bagazo de palma, mientras que es lineal para el uso de la cáscara de plátano, donde la adsorción del Cr con cáscara de bagazo es más favorable a altas temperaturas, pero la adsorción con cáscara de plátano es técnicamente factible y temperaturas de 40 hasta 55 °C y no espontaneo a temperaturas elevadas.

Asimismo, Villabona, et al., el objetivo era determinar los mecanismos de adsorción del Ca^{2+} con biomásas residuales de cáscaras de ñame (*Dioscorea rotundata*), cáscara de yuca (*Manihor sculenta*), cáscara de cacao (*Theobroma cacao*), cáscara de maíz (*Zea mays*) y bagazo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Los biomateriales se caracterizaron usando técnicas de

microscopía de barrido electrónico (SEM) y espectroscopia de rayos X de dispersión de energía (EDS). Los resultados muestran que los mecanismos de adsorción de Ca^{2+} en bioadsorbentes fueron el intercambio iónico y complejación con grupos $-\text{COOH}$ y $-\text{CO}$, el rendimiento se obtuvo en términos de eficiencia de adsorción, cáscara de cacao (CH)> residuos de mazorca de maíz (CCR)>, cáscara de yuca (CP)> bagazo de palma (OPB)> y cáscara de ñame (YP), según Langmuir y modelos DubininRadushkevich (D-R), en conclusión, se sugieren los usos de cáscaras de YP, OPB, CH, CP y CCR para la eliminación de metales.(2021, p.1)

Al mismo tiempo, a, et al., el objetivo principal fue revisar el potencial de varios tipos de cáscaras de fruta como adsorbente alternativo para la remoción de plomo. Se analizaron las isotermas de equilibrio y la cinética de adsorción mediante diferentes modelos de adsorción, el biocarbón fue producido por la técnica de la Pirólisis. Por lo que revisaron la potencialidad de varios residuos de frutas como adsorbentes alternativos para remover Pb (II), por lo que el estudio investigó la isoterma de equilibrio y la cinética de la adsorción mediante diferentes tipos de adsorción, estos posibles mecanismos de adsorción y el estudio de regeneración para eliminar Pb (II) también se elaboraron en detalle para proporcionar un entendimiento claro del biocarbón elaborado por la técnica de la pirólisis, también se consideraron las perspectivas futuras de los desechos de frutas como adsorbentes para la destrucción de metales tóxicos (2021, p.2). Por su parte a, et al., tuvo como objetivo investigar la adsorción de cadmio en biocarbón derivado de la cáscara de arroz (RSBC) a concentración ambiente. En el rango de baja concentración de ≤ 5 mg/L, los resultados muestran que las RSBC derivadas de un tratamiento pirolítico tienen mayor eficiencia de remoción, a pH 5, RS tenía q_m 5.5 veces más alta que la y una b 1.5 veces más alta que la RS500. Los minerales solubles en agua de los RSBC desempeñaron los papeles dominantes de la sorción de Cd, contribuyendo con el 29.2%, 62.5% y 82.9% de la sorción total para RS300, RS500 y RS700, respectivamente (2021, p.1)

Seguidamente, Patiño, et al., el objetivo del proyecto fue determinar la capacidad de remoción de Cr (III) en solución acuosa en relación con los grupos funcionales presentes en la cáscara de naranja. Se realizaron sobre la base de los estudios

cinéticos y de equilibrio de bioadsorción de Cr (III), utilizando la cáscara de naranja como bioadsorbente tratado previamente con metanol, agua y una mezcla de agua metanol a diferentes pH (0.91. 1.78 y 2.72) a 30 °C. Los resultados que obtuvo muestran que las mejores condiciones para la remoción de Cr (III) tienen el pH más alto. Es decir 2.72, siendo WTOP el mejor tratamiento con una eficiencia de adsorción de 53.15 mg/g. Concluyendo que el mejor ajuste de adsorción en el Cr (III) mostró el modelo de Freundlich, mientras que el proceso cinético el mejor ajuste se dio con el modelo de Elovich (2021, p.13)

Así también Gómez, et al., el objetivo fue examinar la forma en que la cáscara de café fue utilizada como bioadsorbente para la remoción de Mn (II) en aguas residuales para cumplir con los objetivos 3 y 6 propuestos en la Agenda 2030. El método utilizado para determinar la concentración del Mn (II) presentes en las aguas residuales (SW) fue el 3111 B de los métodos estándar (espectrofotometría de absorción atómica AAS por aspiración directa de aire). Los resultados muestran que el material lignocelulósico mostró un contenido de celulosa de 29.93 – 0.21% y un contenido de lignina de 19.25 – 0.16%. los parámetros óptimos fueron los siguientes: tamaño de partículas 180 um, tiempo de contacto de 90 min a 100 RPM, pH 4, temperatura ambiente; el modelo cinético ajustado a la bioadsorción, el proceso fue de segundo orden de Ho y McKay, bajo una isoterma del modelo de Langmuir, para lo cual la eficiencia de remoción fue de 53.40%, con una capacidad máxima de adsorción de 8.01 mg g⁻¹, en conclusión lo novedoso de la investigación consiste en utilizar cáscara de pulpa de café como bioadsorbente para la remoción de metales tóxicos. (2020, p.1)

Asimismo, Maza, et al., el propósito es determinar la bioadsorción de arsénico y biomasa de banano, arroz y cáscara de coco en el agua restante de la planta de procesamiento. El método utiliza concentraciones de 50 y 100 gramos de cáscara de plátano, 20 y 50 gramos de coco y 100 gramos de arroz, cada tratamiento se mezcla con 500 mililitros de muestras de agua. Los resultados obtenidos con biomasa seca de cáscara de banano T3 y T4 alcanzaron un 100% de adsorción de As (<0.01), lo cual es muy significativo. El tratamiento de cáscara de coco de T5, T7 y T8 alcanzó el 100% de adsorción de As, y cada gramo de cáscara de coco absorbe 0,017 mg de As, que representa el 23,8% de

la cáscara de arroz. Se concluye que cada gramo de cáscara de coco absorbe 1,43 mg de arsénico. Se concluye que la cáscara de arroz es la más eficaz para eliminar el arsénico. (2019, p.99)

También Arias, L. Ch., El propósito fue estudiar la capacidad de utilizar una mezcla de cáscara de naranja y cáscara de plátano como biosorbente para eliminar el cromo hexavalente en solución. El método utilizado fue desmetoxilar la cubierta con NaOH 0,1 N con agitación lenta durante 2 horas. Como resultado, la cáscara de plátano tiene una mejor capacidad de eliminación a pH 5 y la cáscara de naranja a pH 3; la actividad de eliminación está entre 82% y 97%. Además, se observa que el biosorbente que permite una alta tasa de eliminación en 100 ml de solución la cantidad es de 10 gr (25% naranjas y 75% bananas), lo que indica que estos materiales orgánicos aumentan la eficiencia de remoción de Cr, DQO y TOC, lo que indica que la piel de naranja produce un mayor aporte a la carga orgánica. (2019, p.89)

Por su parte Hernández, et al., El propósito es utilizar biosorbente como Elodea, vainas de guisantes y café para evaluar la capacidad de biosorción de Pb (II). Para ello, realizaron una investigación a nivel de laboratorio y determinaron que el valor de pH de Elodea y Guisantes era 4. Los resultados muestran que la eficiencia de eliminación de Pb (II) es mayor. La cáscara de Elodea es del 91% y los guisantes es del 72,6%. La cáscara de café de la segunda etapa se descarta porque elimina el 68,8% a pH 7. El análisis muestra que la eficiencia de Elodea es 97,99%, mientras que la eficiencia de la cáscara de guisante es del 93,63%. Posteriormente, se realizó un estudio de columna utilizando el mejor biosorbente (elodea) y se encontró el punto de ruptura a las 30 horas ($CR / Co = 0,005$). (2018, p.2)

Por otra parte, Tejada, et al., El propósito es utilizar conchas de ñame y bagazo para estudiar la capacidad de adsorción del sistema binario de Ni (II) y Pb (II) en solución. El material biológico se modificó químicamente con ácido cítrico 0,6 M y la solución se preparó con 100 ppm de Ni (II) y Pb (II). Se alcanzaron eficiencias de adsorción de 92,58 mg / g y 98,04 mg / g, respectivamente. Thomas El modelo es un Este es el método más adecuado para datos de adsorción de Ni (II) utilizando dos materiales biológicos. Durante la calcinación de la biomasa, el metal permanece en las cenizas, de las cuales alrededor del 1% se libera por

desorción. La conclusión es que BP y CÑ son precursores efectivos para producir biosorbente en la remoción de Ni (II) y Pb (II), y es factible que el tratamiento final de los residuos sea desactivado por calcinación. (2018, p.3)

Según Cabrera, el objetivo de su proyecto de investigación fue analizar la Bioadsorción de metales como el Cr y Pb en fuentes residuales por cáscara de tomate (*Solanum a*), usó 0.1 g de biomasa de tomate para evaluar la bioadsorción de cromo y plomo para probar el tamaño de granulometría ideal. Partículas de 0.3 mm y pH 4.0 para plomo y para cromo 2.0, se obtuvieron 61.1% de plomo y 52.73% de cromo como resultados de adsorción. Usando Langmuir y Freundlich y otros modelos matemáticos, la bioadsorción de plomo alcanzó 35.95 gg-1 y cromo 14.89 gg-1, concluye el tamaño de las partículas ideales se logró mediante la prueba de tres diferentes categorías de tamaño < 0.3mm de 0.3 a 0.6 mm y > a 0.6 mm, donde el ideal para la adsorción es el de 0.3 mm (2017, p.134).

Por otro lado, Verdugo, el objetivo de su trabajo fue determinar la capacidad de adsorción biológica de los iones de plomo y cromo en las fuentes residuales usando cáscara de naranja (*Citrus Reticuata* Var. Clementin); la metodología es del tipo experimental y analítico. El investigador encontró que para la bioadsorción de Pb con un tamaño de partícula mayor a 0,6 mm y menor a 0,3 mm el efecto de adsorción es excelente, el valor de pH ideal del plomo y el cromo es 4.0; los efectos de adsorción fueron de 71.9% para plomo y 54.4% para cromo. Utilizando Langmuir y Freundlich y otros modelos matemáticos, los resultados son 39.69 mg / g de pb y 20.53 mg / g de cr. (2017, p-2)

Así también, Acosta, et al, el propósito es determinar el uso de cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para eliminar Cr (VI) de soluciones acuosas que simulan aguas residuales industriales. Para ello, utilizó un sistema operativo por lotes y prueba cambiando la concentración inicial de Cr (30, 40 y 50 ppm) y la temperatura (25, 30 y 35 °C), de modo que la concentración del adsorbente (3,33 g / L) y el tiempo de contacto es Para 40 minutos, pH 2, más ácido sulfúrico, los datos obtenidos se ajustaron a cuatro modelos cinéticos: primer orden reversible, pseudo-segundo orden, Elovich y difusión intrapartícula. Los datos son más consistentes con el modelo de pseudo segundo orden. También realizaron una

prueba con una concentración inicial de 50 ppm y un tiempo de contacto de 120 minutos. La concentración del adsorbente (2, 4, 20 y 25 g / L) se modificó para determinar el porcentaje de eliminación óptimo más alto de la concentración de biosorbente. (2017, p.59)

Por su parte, Salisu and Ibrahim, el objetivo fue estudiar la adsorción del Ni²⁺, Pb²⁺ y Cu²⁺ de la solución acuosa sobre la cáscara de naranja en un sistema discontinuo, el método empleado fue el del equilibrio por lotes, los experimentos se realizaron matraces de 250 cm³ mezclando 1 gr del adsorbente con 100 cm³ con cada solución de iones metálicos de concentraciones 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 m/L y pH 6 a temperatura ambiente y 200 rpm. Los resultados encontrados muestran la adsorción del Pb (II) y Cu (II) es de 0.04, -0.03 y -0.15 respectivamente, todos fuera del rango $0 < RL < 1$ favoreciendo la adsorción física, por lo que se concluye que el modelo de Langmuir no puede ser utilizado para explicar la fisorción de estos iones metálicos sobre el adsorbente de cáscara de naranja

(2017, p.414)

Asimismo, Tejada, et al., El propósito es determinar la adsorción de Ni (II) utilizando cáscaras de ñame pres tratados y bagazo de palma. El experimento de adsorción se realizó con la biomasa inalterada para poder analizar el pH óptimo de adsorción, para lo cual se tomaron tres valores (2, 4, 6) y un tamaño de partícula de 1 mm. Los resultados muestran que la eficiencia del bagazo de palma y las cáscaras de ñame para remover Ni (II) de la solución acuosa, la máxima adsorción de Ni (II) se obtiene a pH 6, y se observa que la modificación de biomasa mejora la absorción de metales. Se determina que los grupos hidroxilo y carboxilo son los que participan en la remoción de los grupos Ni, la conclusión es que el bagazo de palma remueve más metales, pero la cáscara del ñame modificado muestra mayor capacidad de remoción de metales, 103.3 mg / g de bagazo es 58.7, la cinética de Elovich y los modelos de isoterma de Langmuir son precisos Cinética interpretada y datos de equilibrio (2016, p.41)

A nivel nacional, tenemos a Carbajal, J. C., su objetivo fue estimar la eficiencia de la cáscara seca (*Musa paradisiaca*) en la bioadsorción del plomo y arsénico en agua natural superficial. El método de investigación adopta un diseño pre-experimental, aplicando dosificación de la cáscara seca, y el periodo de contacto

es de 10 minutos; el proceso es de 3 y 6 gramos respectivamente. Resultados, la eficiencia de la cáscara de plátano fue del 92% para As y 88.2% para el Pb con una dosis de 6 gr, concluyendo que a mayor cantidad de adsorbente menor la concentración de contaminante en el agua superficial (2021, p.42)

Seguidamente, Calcina & Huayta, el objetivo es determinar una alternativa en el tratamiento de remoción de iones metálicos como el Cu (II) y Pb (II). Se utilizó la cáscara de yuca, previamente secado, molido y tamizado, luego se realiza un pretratamiento a 0.6 M con ácido cítrico para sumar grupos hidroxilos a la cáscara tratada, se utilizaron tres niveles de pH 4, 5 y 6 también tres niveles de masa bioadsorbente, 0.25, 0.75 y 1.25 g a temperatura ambiente. Los resultados de los parámetros de la isoterma de Freundlich son constante de Freundlich (KF) de 0.2501 L/g, la que se relaciona con la capacidad de adsorción, constante de favorabilidad de adsorción (n) es de 1.2652 lo que representa la intensidad de la adsorción para el Cu y KF es de 4.8395 L/g, n es 3.7850 para el Pb. La cinética está representada por el modelo cinético de pseudo segundo orden, con porcentaje de aproximación de 99.59% para el Cu y 99.97% para Pb, concluyendo que el paso limitante del proceso es controlado por quimiosorción, por ello involucra fuerzas de valencia por medio de canjes o uniones covalentes entre el adsorbente y el adsorbato en lugar de fisisorción (2020, p.2)

Por otro lado, Torres, et al., el propósito fue estudiar la factibilidad del uso de cáscara de naranja como bioadsorbente para la eliminación de Arsénico, en tiempos distintos de contacto y temperatura. La metodología fue la aplicación del diseño de Box-Behnken donde las variables fijas fue dosis de bioadsorbente (A), periodo de contacto (B) y temperatura (C). Los resultados mostraron que con la aplicación de la cáscara de naranja como bioadsorbente se logró una eficiencia de remoción de hasta el 98%, donde se añadió una dosis de 4 gr, 4 días contacto y 24 °C. en conclusión, se determinó la eficiencia de remoción de As en el río Locumba con la cáscara de naranja es alta (98%), donde la dosis del adsorbente y el periodo de contacto tuvieron un importante efecto (2020, p.46)

Así también, Córdova & Torres; la finalidad fue analizar la eficiencia de los residuos orgánicos bioadsorbente para la remoción de metales tóxicos en fuentes residuales urbanas mediante una revisión sistémica, donde el 62.5%

fueron artículos de residuos adsorbentes de metales superando la remoción en un 90%, lo que demuestra efectividad para tratar aguas residuales urbanas, para plomo se obtuvo 14 de 25 artículos, bagazo de caña, paja de maíz, cáscara de naranja, tuna, para cadmio 7 de 6, cáscara de naranja, tuna, guaje, en cromo, corteza de ciprés y borra de café, para cobre, pajilla de arroz y corteza de pino, para el níquel, cáscara de ñame y bagazo de palma, indicaron que los desechos frutales son más afines a adherirse a los metales, por lo que se concluye que los desechos tienen propiedades químicas en su estructura vegetal como C, H, N y O consecuente a su mayor contenido de celulosa y lignina y al mismo tiempo los grupos funcionales que facilitan la adhesión de metales (2020, p.23)

Por su parte, Lazarte et al, en su trabajo de investigación el objetivo fue evaluar si la cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*) es viable en la bioadsorción de metales tóxicos como cobre y zinc en el agua. Su metodología es de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. En los resultados obtenidos se determinó que la aplicación del método de adsorción disminuye la variable dependiente en 52.2% de eficiencia, la eficiencia de remoción final para el Cu es 52.2 % utilizando 10 g/L de polvo de cáscara de maracuyá con un tamaño de partícula de 850 μm y para el zinc es 94.3 % con las mismas propiedades. Concluyen que la cáscara de maracuyá redujo la concentración del metal zinc, según los Estándar de calidad ambiental (2019, p.23)

Al mismo tiempo, Párraga, L. S., el objetivo de la investigación determinar la mezcla de la cáscara de lima y la cáscara de naranja en polvo a distintos tamaños y concentraciones para la remoción del Pb de las aguas que se originan del río Rímac. Los resultados finales con las partículas de 0.425 mm y la dosis de 20 gr de la mezcla cáscara de naranja y lima, es la más eficiente en disminuir el Pb a un 50%, en cambio para las partículas de 1 mm con las dosis de 15 y 20 mg alcanzó una eficiencia de remoción del Pb de 48.3% y con las partículas de 2 mm con la dosis de 15 gr alcanzó una eficiencia del 60.7% de Pb (2018, p.50)

Por último, Moncada & Pomiano, Tiene como objetivo establecer condiciones para la bioadsorción de iones Zn (II) mediante la cáscara de naranja tratada. Los métodos de estudios incluyen tratamientos físicos y químicos de la cáscara de naranja, las que son evaluados por FTIR, posteriormente se realizó el ensayo de

biosorción bajo diferentes condiciones de pH, el peso y tamaño del biosorbente. Finalmente se llegaron a las conclusiones siguientes, que la cáscara de naranja tratada produjo un mayor rendimiento en biosorción de iones de Zinc (II) con pH 5.5; donde la tasa de eliminación fue de 95.86% y 1 g de Zn para eliminar la piel de naranja fue de 9.860 mg (2018, p.97).

También presentamos nuestras bases teóricas: **cáscaras de vegetales** son desechos orgánicos provenientes de industrias y hogares, pero no son utilizados en su totalidad y son desperdiciados. Sus componentes principales son la lignina y celulosa. Incluyen grupos polares de lignina y en ellos los siguientes alcoholes: aldehídos, cetonas, fenólicos y grupos de éter. Su composición está formada por 65% de agua, el 30% de celulosa, 35% material sólido, 7% de lignina y 63% de otras pectinas. (Conti et al, 2019)

La bioadsorción es un proceso físico y químico que incorpora fenómenos de adsorción y absorción de moléculas y iones, este método no muy acostumbrado induce al removimiento de metales pesados en aguas residuales, utilizando a manera de sorbente diversa materia prima de origen biológicos, a modo de algas, hongos, cáscaras de fruta, productos agrícolas y algunos biopolímeros. Esta materia prima es de costo accesible y una enorme cantidad de estas se localizan en la naturaleza y su transformación a biosorbente no consta una sucesión de alto costo (Cañizares, 2000). Cardona cita a (Tapia, 2002) que la bioadsorción se lleva a cabo cuando los cationes de los metales se agrupan por intercambio electrostático a las áreas aniónicas que se encuentran presentes en los biosorbente, donde estos sirven como centros activos para la biosorción (2013, p.3)

La adsorción es un fenómeno de inclinación de átomos, moléculas o iones encontrada en un estado concreto de una fase, por el espacio de un sólido o un líquido. Es un fenómeno indeliberado gracias a la presencia de fuerza no proporcionadas (Alvarado, H., 2017, p.20),

Referente a los **metales pesados**, en la tabla periódica viene a ser un elemento químico con masa y peso atómico mayor a 20 y densidad elevada mayor a 4 g/cm³. Por su parte Robards & Worsfold, (2011, p.549), sostiene que los metales pesados se dividen en dos grupos: los esenciales para la vida y los no

esenciales, los no esenciales se consideran dañinos ya que son imposibles de degradarse por la vía metabólica y son acumulados en los tejidos causando daños severos, no olvidemos que el problema principal de los metales pesados se origina por las actividades y procesos antrópicos los cuales permiten que estos elementos contaminantes ingresen a los cauces naturales. Cabrera (2017, p.7) nos dice que los metales pesados son aquellos elementos que tienen un densidad igual o mayor a 5 g/cm³ cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es mayor a 20 (se excluyen los metales alcalinos) y muestran una masa atómica mayor a 60. La presencia de metales pesados en el ambiente puede suceder por dos formas: la forma natural y la antrópica, estos se movilizan en matrices de agua, suelo y aire (Reyes, et al., 2016)

La contaminación del agua es la disposición de componentes químicos o de algún otro ambiente en una densidad mayor a la condición nativa, de tal manera que incumpla las circunstancias para el uso al que hubiese sido nominado en su fase nativa (Zarza, L. 2021), muchas enfermedades aumentaron considerablemente en los actuales períodos en países en caminos de desarrollo, principalmente los padecimientos severos, los que serían ligados a contaminantes ambientales (Gall, et al. 2013), la manifestación de componentes no codiciable venenosos y las variaciones en la conglomeración de los constituyentes comunes poseen su comienzo el nombrado ciclo del agua, donde se constituyen diferentes compartimientos ambientales y actividades antrópicas, aquí es donde se produce la contaminación del agua o dicho de otra forma la alteración de su calidad (Damiá & López, 2008)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

El presente estudio de investigación es de tipo aplicado ya que la investigación se enfoca en producir y generar conocimiento con aplicación contundente ante problemas sociales y ambientales, investigación que se sustenta en los argumentos de Murillo (2008), quien afirma que una variedad de estudios que participan en la naturaleza de la investigación básica y aplicada, ya que todos los estudios involucran problemas teóricos y prácticos.

Las investigaciones aplicadas son experiencias de investigación que tienen como propósito de mejorar o resolver una situación en particular, para comprobar un modelo o método mediante la innovación y creatividad de una propuesta, en este caso de índole socio ambiental, Cívicos y Hernández (2007), indican que la investigación acción son aquellas investigaciones que responden a aplicaciones, por ello que son vistas como prácticas de investigación distintas de la investigación práctica aplicada

El diseño es cualitativo, para Jiménez (2000), este tipo de investigación parte desde un supuesto importante de que el mundo social está edificado de símbolos y significados. Puede ser vista como el intento de lograr una profunda comprensión de los conceptos y definiciones de la situación tal como nos presentan los sujetos más que la producción de una medida cuantitativa de su comportamiento.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:

Las categorías y subcategorías que se plantean en la matriz de categorización apriorística se basarán en el estudio y análisis de los aspectos importantes del tema que se estará estudiando: contienen los objetivos específicos, problemas específicos, categorías, subcategorías y fuentes.

El objetivo general: Determinar las condiciones óptimas del uso de las cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas, mediante una revisión sistemática de los últimos 5 años.

Tabla 1: Matriz de categorización

Problemas específicos	Objetivos específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
¿Cuáles son los tipos de cáscaras vegetales utilizadas como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?	Identificar los tipos de cáscaras vegetales utilizadas como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en agua contaminadas.	Tipos de cáscaras vegetales	Cáscaras de yuca	Estructura vegetal (C, H, O, N)	Contenido de celulosa
			Cáscara de naranja		
			Cáscara de maíz		
			Cáscara de plátano	Córdova & Torres. (2020.p.23)	
			Cáscara de arroz		
Patiño, et al., (2021, p.13)	Gómez, et al., (2020, p.1)				
Maza, et al., (2019, p.99)					
¿Cuál es la influencia de la temperatura utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?	Analizar la influencia de la temperatura utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas.	Influencia de temperatura	Alta T°	Cambio de la textura del sorbente	Deterioro del material sorbente
			Media T°		
			Baja T°		
			Tejada, et al. (2015, p.113)	Tejada, et al. (2015, p.113)	
	Tejada, et al. (2015, p.113)				
¿Cuál es la influencia del pH utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes en la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas?	Analizar la influencia del pH utilizando cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas.	Influencia del pH	Ácido	OH+ < OH- (Básico)	H+ > OH- (Ácido)
			Neutro		
			Básico		
			Gómez, et al., (2020, p.1)	Vásquez y Rojas (2016, p.19)	

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

3.3 Escenario de Estudio.

Godet and Durance, escenario es el acumulado constituido o conformado por la representación un ambiente futuro y por el conjunto de acontecimientos que acceden pasar de la situación actual al escenario futura (2009, p.9). El proceso de construcción y desarrollo de escenarios está basado en promover y motivar en sí mismo el análisis, se trata de programar y de dar respuesta a diferentes interrogantes en clave (Barma, et al., 2018, p.119).

Nuestra investigación está basada en la recopilación de artículos científicos e información de revistas indizadas relacionadas al uso de cáscaras de vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas, teniendo en cuenta el tipo de cáscaras y sus características para determinar las condiciones óptimas, la revisión sistémica se llevó a cabo en diferentes plataformas en los idiomas portugués, español e inglés.

3.4 Participantes.

El presente estudio de investigación de revisión sistémica cuenta con la participación de las diferentes plataformas de búsqueda de los artículos de revistas indexadas, libros y otros documentos internacionales como nacionales, estas plataformas de investigación son las siguientes: SCOPUS, EBSCO, ScienceDirect, ProQuest, SCIELO, Repositorios de diferentes Universidades internacionales y nacionales, para las cuales tuvieron en cuenta palabras claves para llevar a cabo la búsqueda de información.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica de recolección es un análisis documental y este será realizado mediante el llenado de una ficha de análisis de contenido. El análisis de documentos es un tipo de investigación cualitativa en el que se va a revisar documentos para resolver un tema o una problemática planteada y la manera en que se va a dividir los documentos va a llevar a cabo la codificación del contenido en temas como se investigan las transcripciones de los grupos de discusión o de las alternativas

(Hernández et al., 2014, p.415). Esta técnica establece el punto de partida del estudio, que busca abordar el problema o tema de investigación, durante el periodo de recolección de información, la lectura es parte de un instrumento necesario que permite obtener la información relacionada con el tema (Maya, 2014, p.38)

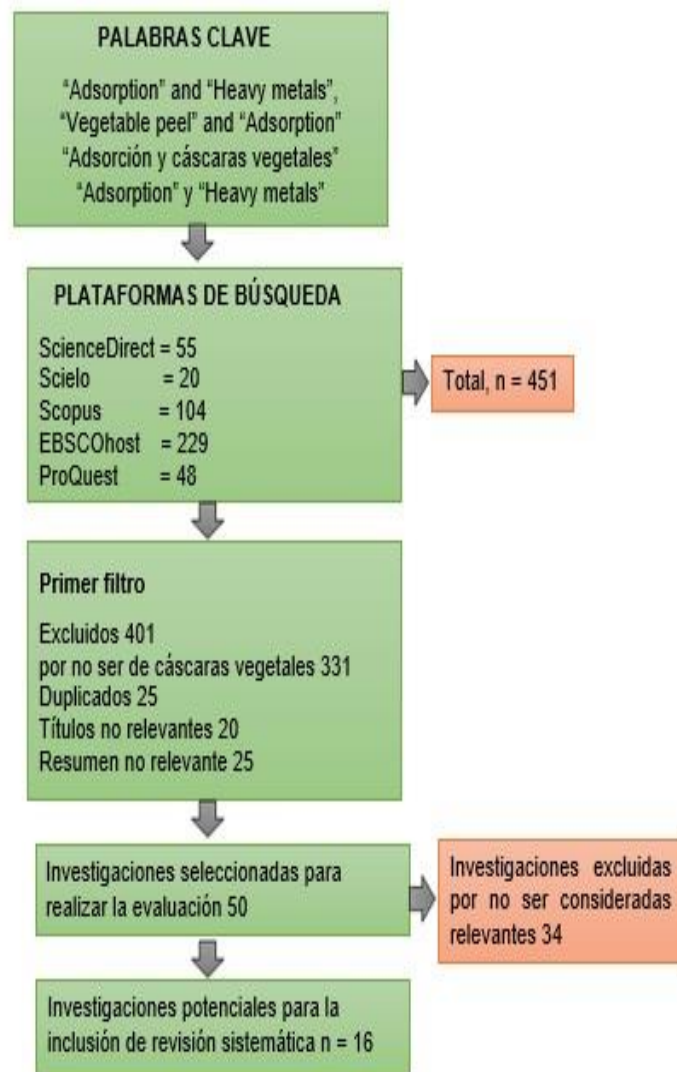
El instrumento de recolección de datos empleada fue la ficha de análisis de contenido, la que consiste en recabar la información con la finalidad de poder analizarlas y entenderlas utilizando múltiples técnicas, como la observación directa, archivos, entrevistas, etc., esta ficha de recolección de datos está conformada por diferentes datos, como: referencias, problema, objetivo, tipo y diseño de investigación, población, muestra, técnicas empleadas, etc., (Ver Anexo 01). Los aspectos que se resaltan en la recolección de información son la definición de estrategias de recolección de datos y la selección de los participantes (Escudero & Cortez, 2017, p.74)

3.6 Procedimientos.

Para elaborar la presente investigación de revisión sistémica, tuvimos en cuenta los artículos científicos para el tema a investigar, preferentemente de revistas indexadas. Para ello se plantearon algunos términos básicos referentes al título de nuestra investigación: uso de cáscaras vegetales como bioadsorbentes de metales pesados en aguas contaminadas, la búsqueda fue en idioma inglés. Se revisarán páginas como ProQuest, Scopus, ScieceDirect, Scielo, estas investigaciones no deben ser mayores a cinco años para que sean analizadas, revisadas y clasificadas minuciosamente para ver cuál de ellas cumplen con los criterios plasmados en nuestra investigación.

La identificación de las investigaciones que serán tomadas en cuenta en nuestro estudio tuvo una ardua búsqueda, para ello tuvimos que utilizar palabras claves como: “vegetable peel” and “adsorption”, “adsorption” and “heavy metals”, “cáscara vegetal” y “adsorción”, “adsorption”, “heavy metals”, donde encontraron investigaciones por cada palabra introducida

al buscador elegido. La presente investigación está conformada por n = 451 estudios de las diferentes plataformas investigativas revisadas y analizadas, de toda esta data se lograron excluir, n = 401, de las cuales n= 331 investigaciones por no estar referidas a cáscaras de vegetales, n= 25 por tener duplicidad, n = 20 por contener títulos no relevantes y n = 25 por presentar resúmenes poco relevantes, por los que se decidió descartarlas, posteriormente a esta primera selección, nos quedamos con n= 50 investigaciones de las cuales se realizó una segunda selección, donde se tomó la decisión de excluir n = 34 estudios de investigación por no considerarles de importancia respecto al título de la revisión sistemática que se está realizando, como lo presentamos en el diagrama de bloques de la figura 1.



FUENTE: Elaboración del investigador, 2021

Figura 1: Diagrama de bloques

3.7 Rigor Científico.

Teniendo en cuenta esta investigación cualitativa de revisión sistémica, muchos autores e investigadores llevaron a cabo estudios teniendo como base el rigor científico, considerándolo al rigor como de estricto apego a la verdad, desnudarse de los prejuicios y del entusiasmo de presentar nuestros propios resultados, buscando todas las explicaciones posibles de lo que se observa, aceptando un resultado que demuestra la falacia de una hipótesis más preciada (Allende, 2004). Por lo que en la presente investigación se tomarán en cuenta los siguientes criterios para estos estudios cualitativos:

Criterio de credibilidad.

Este criterio nos permitirá reflexionar sobre la necesidad de combinar la autenticidad y las condiciones rigurosas de los resultados de la investigación. Esto significa que la credibilidad se refiere a "existe un isomorfismo entre los resultados de la investigación y las ideas de los participantes sobre la realidad de la investigación" (Rodríguez, et al, 1196, p. 286).

También la credibilidad representa a los investigadores que capturan y valoran el escenario concerniente con la experiencia del participante, por lo que se debe estudiar la realidad confiable que se demostrará en los resultados del estudio de acuerdo con los procedimientos establecidos (Suarez, 2007).

Este criterio es aplicado en nuestra investigación sistémica son que las afirmaciones y opiniones no fueron tomadas en cuenta en el análisis del estudio, ya que podrían poner en riesgo la claridad en la interpretación de datos que se recabaron, ya que estos son considerados de mucha importancia independientemente del pensamiento del investigador. Por ello se ve reflejada en nuestra investigación ya que se considera que el estudio va a ser visto y tomada en cuenta como verídica y creíble, donde

se consideraron de interés e importancia los datos sin tomar en cuenta lo que crea el investigador.

Criterio de transferibilidad:

Castillo y Vásquez, (2003), se refieren al criterio de transferibilidad a la reproducción del fenómeno social como una situación difícil y complicada, ya que pueden cambiar las condiciones bajo las cuales se acopiaron los datos y resulta improbable controlar las variables que puedan perturbar los hallazgos; pero, sin embargo, hay modos de repensar la reproductividad para extrapolar sus resultados.

El juicio de transferibilidad viene a ser la no difusión de los resultados, porque los estudios cualitativos no poseen esos puntos como lineamientos, si no que parte de ellos o su particularidad pueden utilizarse en otros argumentos, lo que significa que los resultados de una investigación no pueden transferirse ni aplicarse a otras esferas de trabajo (Hernández, Fernández y Baptista. 2014)

Teniendo como base y consideración todo lo expuesto líneas arriba, nuestra investigación acoge este criterio, ya que el análisis o resultados finales nos puede brindar una idea global del método y ayudar a conocer un poco más sobre la investigación, también puede contribuir a que las personas que en un futuro quiera hacer investigación utilicen y apliquen el análisis a su propio medio.

Criterio de dependencia

El criterio de dependencia está referida a la estabilidad y seguridad de la información, por su grado de dificultad, la seguridad de los datos no está protegido o garantizado en la investigación cualitativa, por tanto, los estudios realizados bajo este paradigma no pueden tener la misma reproducibilidad por la multiplicidad de contextos o condiciones analizadas (Noreña, et. al., 2012, p.267).

Asimismo, Elizalde, (2017); se refiere al criterio de dependencia a aquella que enfoca al horizonte en la que diferentes investigadores agrupan la data confrontable en campo y completan averiguaciones parecidas estableciendo resultados iguales, sugiriendo la solidez de la información y los resultados al final, más no a la aplicación del estudio de exploración.

Nuestra investigación de revisión sistémica está sometido a este criterio, ya que presenta una formulación cuidadosa teniendo como pilar fundamental la compilación, estudio y análisis de varios artículos, desarrollados y evaluados por varios autores los que pueden llegar a similares resultados que esta investigación, que trata de determinar el uso de cáscaras vegetales como bioadsorbentes para la eliminación de metales en aguas contaminadas.

Criterio de Confirmabilidad.

Guba & Lincoln (1981), no dicen que este criterio está referido a la habilidad de otro investigador de continuar el indicio, ruta o la pista hecha por el investigador original. Por lo que es necesario un registro y archivo completo de las decisiones e ideas que el investigador haya tenido con relación al estudio. Por su parte Noreña, et al., (2012, p.268), muestra al criterio de confirmabilidad como aquel que ayuda a reunir registros de textos, citas directas, registros específicos y observar la neutralidad. El modelo considera información de confirmación, interpretación del significado y síntesis de las conclusiones.

Por todo ello nuestra investigación contempla este criterio, porque la información recabada puede ser aplicada en otros contextos de la investigación, ya que la objetividad de los investigadores coadyuva a las citas, recolección de datos veraces, siempre revisando, analizando y confirmando la información que consideramos.

3.8 Método de análisis de información.

Los datos de esta investigación fueron sintetizados considerando una matriz de categorización apriorística, la cual está conformada por tres categorías: tipos de cáscaras vegetales, influencia de la temperatura e influencia del potencial de hidrógeno.

Entonces considerando las categorías, en la primera que corresponde a los tipos de cáscaras vegetales tenemos, en las subcategorías a la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*), cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), cáscara de arroz (*Oryza sativa*) y cáscara de maíz (*Zea mays*), también se incluyeron los criterios como su estructura vegetal y contenido de celulosa, de manera tal que estos criterios nos ayuden a clasificar la información necesaria de cada artículo científico investigado para poder determinar, refutar o corroborar los resultados que estén relacionados a esta categoría y responder a los objetivos planteados.

Presentamos la segunda categoría que está referida a la influencia de la temperatura, donde también mostramos tres subcategorías las que son: alta temperatura, media temperatura, baja temperatura, para poder lograr los datos adecuados del análisis de esta categoría, se tuvieron que incorporar dos criterios como: cambio de la textura del sorbente y deterioro del material sorbente, de forma que dichos criterios accedan a la información que se necesita para determinar que las investigaciones seleccionadas nos permitirán responder los objetivos propuestos.

Finalmente, tenemos la tercera categoría que viene a ser la influencia del potencial de hidrógeno en la bioadsorción, las cuales también muestran subcategorías como: ácido, neutro y básico, de la misma manera para poder alcanzar la data precisa en el análisis de esta categoría también fueron incluidos dos criterios: $\text{OH}^+ < \text{OH}^-$ (básico) y $\text{OH}^+ > \text{OH}^-$ (ácido), estos criterios nos permiten seleccionar la información necesaria de las investigaciones consideradas para nuestro estudio, lo que ayudará a argumentar o corroborar los resultados que

están relacionadas con esta categoría para de esta forma responder a los objetivos.

3.9 Aspectos éticos.

Nuestra investigación tomó en cuenta el cumplimiento de los lineamientos que estableció en su código de ética la Universidad César Vallejo, la que se presentó con resolución de Consejo Universitario N° 0126 – 2017, considerando, utilizando y respetando de manera íntegra los lineamientos que se describen en la ISO 690:2010, utilizado como parte del recurso de información, directrices y pautas para la redacción de citas y referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente la necesidad de minimizar la concentración de metales contaminantes presentes en las aguas contaminadas, ya sean efluentes domésticos, industriales o cuerpos receptores, ha tenido como desarrollo el uso de tecnologías innovadoras, efectivas, económicas y ambientalmente amigables con nuestro entorno.

Bajo estos lineamientos, hay muchas técnicas y procedimiento que vienen siendo desarrollados con la finalidad de tratar los metales pesados en aguas contaminadas, donde se pueden considerar la precipitación extracelular, la adsorción y la captación a través de biopolímeros purificados y otras moléculas especializadas procedentes de células microbianas, las últimas dos están basadas en la capacidad de los metales por juntarse a los diferentes mecanismos a materiales biológicos (Carrington, 1992). El proceso de adsorción es muy prometedor y demostró ser eficiente y tienen múltiples ventajas ya que no se producen residuos tóxicos, el material adsorbente puede regenerarse varias veces, generalmente es rápido, lo que significa que es muy efectivo para la eliminación de iones de metales pesados, las que se realizan en concentraciones muy bajas y estos materiales que actúan como bioadsorbentes están diseminados de manera muy amplia en la naturaleza (Aguilar & Flores, 2018, p. 9).

Tabla 2: Tipos de cáscaras vegetales utilizados como adsorbentes de metales pesados.

Autor	Tipo de cáscara vegetal	Metales pesados	Comportamiento según la cáscara vegetal
Villabona, et al., (2021)	Cáscara de ñame, cáscara de yuca, cáscara de cacao, cáscara de maíz y bagazo de palma	Cadmio (Cd ²⁺)	Los bioadsorbentes cáscara de ñame, cáscara de yuca, cáscara de cacao, cáscara de maíz y bagazo de caña, potencialmente son efectivos para adsorber Cd ²⁺ . Donde el bagazo de palma y aceitera y cáscara de cacao muestran una eficiencia notable en comparación con las otras cáscaras.
Tapia, et al., (2018)	Cáscara de maní	Cobre (Cu) y Níquel (Ni)	Se evaluó el efecto de las variables pH, tiempo de contacto, concentración de bioadsorbente y concentración del ion metálico. El resultado muestra que la cáscara de maní es un adsorbente medianamente efectivo para depurar estos iones, lográndose eliminaciones de variadas de 4.3% y 68.3% para el Cu y de 3.6% y 47.6% para Ni, máxima remoción ambos metales se logró a pH3
Calcina & Huayta. (2020)	Cáscara de yuca	Cu (II) y Pb (II)	Para la experimentación de adsorción del Cu (II) y Pb (II) de concentración 120ppm se usaron tres niveles de pH (4, 5 y 6) y tres de masas (0.25, 0.75 y 1.5 gramos). Estas soluciones de 120ppm de Cu (II) y Pb (II) el pH 6 es el óptimo con 65% de eliminación y masa de bioadsorbente 1.25 gr para el Cu (II) y el pH óptimo es 5 y masa bioadsorbente es 1.25 gr para Pb (II) con 92.13% donde queda demostrado

			que la cáscara de yuca modificada actúa mejor removiendo el Pb (II) que con el Cu (II) debido a la gran afinidad que tiene el plomo por los grupos funcionales (esteres) que contiene el material bioadsorbente.
Monroy, et al., (2021)	Cáscara de naranja y salvado de trigo	Cromo hexavalente (Cr VI)	Las mejores condiciones de adsorción son pH 1 y pH 3, la tasa de eliminación de las naranjas es del 68% y la tasa de eliminación del trigo es del 33%. Cuando se aplicó adsorbente de cáscara de naranja a las aguas residuales en un floculador con un valor de pH de 1, se eliminó el 37% de Cr (VI). La verificación del sistema mostró que la eficiencia promedio del sistema fue del 58%. Industria del curtido Se han obtenido resultados importantes.
Priya, et al., (2021)	Cáscara de arroz	Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Zinc (Zn)	La adsorción máxima de eficiencia alcanzada se obtiene a pH 6 con 1 hora de duración del contacto, se utilizó una dosis de cáscara de arroz de 25 g/L y temperatura de 30°C para 25 mg/L de iones metálicos de Cr, Pb y Zn, estos compuestos se lograron eliminar hasta en un 87.12%, 88.63% y 99.28% respectivamente
Tejada, et al., (2017)	Cáscara de ñame y bagazo de palma	Plomo (Pb) y Níquel (Ni)	La solución se preparó con 100 ppm de Ni (II) y Pb (II) y la adsorción inicial fue de 92,58 mg / gy 98,04 mg / g respectivamente. El modelo de Thomas es el modelo más adecuado para los datos de adsorción de Ni (II). Se utilizan dos modelos en la etapa de

			calcinación de biomasa. En el caso de los materiales biológicos, el metal permanece en las cenizas y aproximadamente el 1% del metal se libera por adsorción.
Tejada, et al., (2021)	Cáscaras de limón	Pb (II) y Ni (II)	Las mejores condiciones para la eliminación de níquel fueron de 1mm, 0.0783 g de adsorbente y 45°C, pero para Pb (II), fue 1 mm y 0.1166 g de adsorbente y 34°C, considerando esto la mejor capacidad de adsorción de Pb y Ni utilizando la cáscara de limón fue de 304.5 mg/g y 72.03 mg/. Respectivamente. El proceso de adsorción del Pb (II) es endotérmico y el del Ni (II) en exotérmico.
Fei, et al., (2021)	Cáscara de arroz	Cadmio (Cd)	La sorción del cadmio en biocarbón derivado de la cáscara de arroz (RSBC) a una concentración de ≤ 5 mg/L, la eficiencia de sorción aumentó positivamente con la temperatura pirolítica del biocarbón y el pH ambiente, los minerales solubles en agua de los RSBC juegan roles dominantes es la sorción del Cd contribuyendo con el 29.2%, 62.5% y 82.9% de la sorción general
Patiño, et al., (2021)	Cáscara de naranja	Plomo (Pb), Cobre (Cu) y Cromo (Cr)	Los estudios cinéticos realizados y de bioadsorción de Cr (III) utilizando la cáscara de naranja (OP) como adsorbente previamente tratada con metanol y mezclados a diferentes pH (0.91, 1.78 Y 2.72) y a 30°C encontrando que la capacidad de adsorción aumenta al elevar el pH

			con un máximo de 55 mg g ⁻¹ a pH con 2.72 por debajo de esta situación se emplea una energía de adsorción más baja para eliminar el Cr (III)
Villén, et al., (2021)	Cáscara de limón	Níquel (II) y Cadmio (II)	Se realizó la experimentación de la adsorción por lotes del Ni (II) y Cd (II) en cáscara de limón alcalimodificada. La capacidad máxima de adsorción de Ni (II) y Cd (II) para sistemas de un solo metal en condiciones de pH 5 óptima a 25°C que se lograron del modelo de Langmuir logrando alrededor de 0,626 y 0.726 mmol g ⁻¹ respectivamente, estos valores disminuyeron en 30 y 20% en presencia de 100 mg L ⁻¹ Cd y Ni.
Gómez, et al., (2020)	Cáscara de café	Mn (II)	La cáscara de café fue sometido a la caracterización bromatológica, determinación de la composición lignocelulósica e identificación de grupos funcionales orgánicos mediante espectrofotometría, los parámetros óptimos fueron 180um tamaño de partículas, 90 minutos tiempo de contacto a 100rpm y el pH óptimo de 4 a temperatura ambiente. la isoterma de Langmuir la remoción era del 53.4% con una capacidad máxima de adsorción de 8.01 mg. g ⁻¹ de Mn (II)
Acosta, et al., (2017)	Cáscara de yuca	Cr (VI)	Utilice un esquema de operación por lotes y pruebe cambiando la concentración de cromo (30, 40 y 50 ppm) y la temperatura (25, 30 y 35°C) para mantener estable la

			concentración de adsorbente (3,33 g / l), el tiempo de contacto es de 40 minutos y el pH 2. Los datos son más adecuados para modelos de pseudo segundo orden.
Maza, et al., (2017)	Cáscara de plátano Cáscara de arroz Cáscara de coco	Arsénico (As)	La dosis de concentración de biomásas adsorbentes fueron 50 y 100 g de cáscara de plátano, 20 y 50 g de coco y 100 g de arroz, donde la determinación del tiempo de la adsorción del arsénico fue ensayada a 4 y 8 horas con agitación y aun pH 5 del agua muestral. Los resultados de adsorción del As fueron de alto impacto bajo la aplicación de las tres biomásas empleadas.
Hernández, et al., (2018)	Cáscara de elodea Cáscara de arveja Cáscara de café	Pb (II)	Los estudios de laboratorio han determinado el pH y la concentración óptimos. A pH 4, Elodea y el guisante muestran una mayor eficiencia de eliminación de Pb (II), 91% y 72,6%, respectivamente, mientras que las cáscaras de café están a pH 4 Un valor de 7 tiene una mayor tasa de retención de 68,8%.
Salisu & Ibrahim, (2017)	Cáscara de naranja	Ni ²⁺ , Pb ²⁺ y Cu ²⁺	Los resultados encontrados muestran la adsorción del Pb (II) y Cu (II) es de 0.04, -0.03 y -0.15 respectivamente, todos fuera del rango $0 < RL < 1$ favoreciendo la adsorción física, por lo que se concluye que el modelo de Langmuir no puede ser utilizado para explicar la fisisorción de estos iones metálicos sobre el adsorbente de cáscara de naranja (pH 5).

Silva, et al., (2020)	Cáscara de plátano	Cu (II)	El bioadsorbente de cáscara de plátano tiene grupos funcionales con capacidad de adsorber iones de metales pesados. La experimentación de adsorción se realizó en función del tiempo de contacto, pH, temperatura y concentración de iones Cu (II), la capacidad máxima de adsorción alcanzada fue de 15.1 mg de Cu (II) por gramo de FCB a pH ajustado a 5 y tiempo de saturación de 10 minutos
-----------------------	--------------------	---------	--

Fuente: *Elaboración del investigador, 2021*

Las paredes celulares de las cáscaras vegetales bioadsorbente contienen polisacáridos, proteínas y lípidos, también están constituidos por grupos funcionales con capacidad de enlazar metales pesados en la superficie de ellos. Entre estos grupos funcionales que podemos mencionar al grupo amino, al carboxilo, hidroxilo, fosfatos y tiol las que difieren en afinidad y especificidad referente a la susceptibilidad para unirse a los diferentes iones metálicos. (Ghimire, et al.,2003, p.70)

Como se observa en nuestra investigación, casi total de los artículos estudiados que representan el 100%, utilizan algún tipo de cáscaras vegetales, incluyendo cáscaras de naranja, cáscaras de arroz, cáscaras de café, cáscaras de yuca, etc., los que representan una tecnología de bajo costo y amigable con el ambiente para tratar los metales pesados en aguas contaminadas a través de la adsorción. Por ello, Villanueva, (2017, p.44), nos dice que todo material empleado en la técnica de adsorción muestra características variadas, las que a su vez ayudan a esclarecer que es lo que sucede en este fenómeno.

Las cáscaras vegetales son los residuos más utilizados para el tratamiento de las aguas contaminadas mediante la adsorción de iones de metales pesados, como se puede constatar en los artículos científicos de los investigadores como Silva, et al., 2020, Salisu & Ibrahim, 2017, Hernández, et al., 2018, Maza, et al., 2017, Acosta, et al., 2017, Gómez, et al., 2020, Villén, et al., 2021

Entre las cáscaras vegetales presentes en el tratamiento de aguas contaminadas para la adsorción de iones metales, las más utilizadas son la cáscara de yuca, cáscara de naranja y la cáscara de plátano, lo que está respaldado por Silva, et al., 2020, Salisu & Ibrahim, 2017, Maza, et al., 2017, Acosta, et al., 2017, Patiño, et al., 2021, Monroy, et al., 2021, Calcina & Huayta, 2020, Villabona et al., 2021, Hernández, et al., 2019:

La utilización de las cáscaras de vegetales en el proceso de bioadsorción se da básicamente porque es una tecnología saludable para eliminar metales pesados en aguas contaminadas y por tratarse de un proceso con particularidades propias, lo convierte en una alternativa especial frente a los tratamientos convencionales, también por ser un procedimiento rápido y que resulta muy interesante para la remoción de iones metales a bajas concentraciones (García, 2008, p.56).

El proceso de bioadsorción con cáscaras vegetales incluye una etapa sólida llamada biomasa y una etapa líquida que viene a ser el agua, la que contiene las sustancias disueltas que son de interés para la adsorción, en este caso los iones metálicos, para que este proceso sea un éxito, debe existir una gran afinidad entre los grupos funcionales de la biomasa y el contaminante, ya que este último debe ser atraído hacia el sólido por diferentes mecanismos (Hernández, et al, 2018, p.26). Villanueva, A., (2017, p.91), nos refiere a la *Musa paradisiaca* (plátano) que tiene una eficiencia de remoción alta para el Cromo (VI) del 92% a los cinco minutos de empezado el tratamiento, donde el uso de este biomaterial en el proceso de adsorción produjo una reacción de óxido reducción donde el Cr^{6+} cambió a Cr^{3+} , donde una fracción de concentración Cr (VI) es transformada a Cr (II) en función del tiempo de tratamiento. Por ello, Hernández, et al., 2019, p.169), nos dicen que la variable cantidad de material bioadsorbente y tiempo de contacto influyen directamente en el proceso de capacidad de adsorción del Cromo (VI), presentando valores óptimos de 1 gr de material adsorbente en 10 ml de agua residual en un tiempo de 4 horas.

Tabla 3: Influencia de la temperatura en el tratamiento de metales pesados.

Autor	Temperatura	características	Resultados
Villabona, et al., (2021)	Temperatura óptima 55°C	Tamaño de las partículas y dosis del adsorbente	La capacidad de remoción del Cd ²⁺ se obtiene para todos los bioadsorbentes a condiciones de temperatura de 55°C, obteniendo valores de 123, 66, 197.65, 160.83, 76.86 y 105.40 mg/g, demostrando que el aumento de la temperatura favorece a la remoción en rangos de 40 y 80°C
Calcina & Huayta, (2020)	Considera la temperatura 60°C para el secado de la cáscara de yuca	Temperatura de contacto y temperatura de secado.	La temperatura afecta el proceso de adsorción porque es un proceso exotérmico, si el adsorbente no está saturado, la temperatura se generará espontáneamente. Un alto aumento de T° cambiará la textura del adsorbente y el deterioro del material, así como la pérdida de capacidad de adsorción.
Monroy, et al., (2021)	Temperatura utilizada 105°C	Tiempo del contacto y diámetro del adsorbente	La temperatura utilizada para la limpieza es de 105 ° C durante 12 horas. El tiempo óptimo para la adsorción de metales es de 10 a 35 minutos, durante los cuales se puede eliminar del 55 al 68% de la concentración inicial de Cr (VI).
Monroy, et al., (2021)	Temperatura utilizada 105°C	Tiempo del contacto y diámetro del adsorbente	La temperatura utilizada para la limpieza es de 105 ° C durante 12 horas. El tiempo óptimo para la adsorción de metales es de 10 a 35 minutos, durante los cuales se puede eliminar del 55 al 68% de la concentración inicial de Cr (VI).

Priya, et al., (2021)	Temperatura 20°C para la máxima adsorción de iones Cr, Pb y Zn	Duración del contacto y dosis del bioadsorbente	La tasa de eliminación de iones metálicos aumenta, pero después de 30°C, empieza a disminuir debido al aumento de la tasa de desorción, la calidad de eliminación de iones metálicos y su eficiencia utilizando la cáscara de arroz se examinaron ajustando el rango de la temperatura de 15 a 60°C.
Monroy, et al., (2021)	Temperatura utilizada 105°C	Tiempo del contacto y diámetro del adsorbente	La temperatura utilizada para la limpieza es de 105 ° C durante 12 horas. El tiempo óptimo para la adsorción de metales es de 10 a 35 minutos, durante los cuales se puede eliminar del 55 al 68% de la concentración inicial de Cr (VI).
Priya, et al., (2021)	Temperatura 20°C para la máxima adsorción de iones Cr, Pb y Zn	Duración del contacto y dosis del bioadsorbente	La tasa de eliminación de iones metálicos aumenta, pero después de 30°C, empieza a disminuir debido al aumento de la tasa de desorción, la calidad de eliminación de iones metálicos y su eficiencia utilizando la cáscara de arroz se examinaron ajustando el rango de la temperatura de 15 a 60°C
Tejada, et al., (2018)	A 700°C estabiliza la biomasa y disminuye la liberación de iones metálicos	Tiempo de contacto	Un gran porcentaje de metales pesados tratados persiste en ceniza y uno pequeño es liberado por efecto del ácido nítrico utilizado en su desorción, lo que indica que a temperaturas de 600 y 700°C se puede estabilizar la biomasa y disminuir la liberación de iones metálicos removidos de la solución, lo que es un avance significativo para la

			tecnología de adsorción usando biomasa de origen vegetal, que se puedan.
Tejada, et al., (2020)	Las pruebas de eliminación se realizaron a 18°C	Tiempo del contacto y dosis del adsorbente	Las pruebas de remoción de Pb (II) se realizaron por triplicado usando 50 ml de solución a 50 ml de solución, 150 rpm a 18°C. La mejor capacidad de adsorción de Pb y Ni con cáscara de limón fue de 304.5 mg/g y 72.03 mg/g respectivamente.
Fei, et al., (2021)	Temperatura por debajo de 300. 500 y 700°C	Concentración del adsorbente	El biocarbón derivado de la cáscara de arroz juega un rol de importancia en la adsorción de cadmio contribuyendo con el 29.2%, 62.5% y 82.9% derivados por debajo de 300, 500 y 700°C
Patiño, et al., (2021)	Temperatura 30°C	Tiempo de contacto	Los valores obtenidos en el proceso de adsorción en todos los tratamientos a 30°C una disminución de la adsorción podría también observarse al aumentar la cantidad de masa presente en la solución de Cr (III)
Villén, et al., (2021)	Temperatura óptima para capacidad máxima de adsorción es de 25°C	Tamaño de las partículas tiempo de contacto	La cáscara de limón pretratada, fueron mezcladas con 25 ml de soluciones de iones metálicos a 25°C con agitaciones continuas de 200rpm recuperando un 90 y 70% de Ni y Cd

Gómez, et al, (2020)	Temperatura óptima de remoción 20°C	Tiempo de agitación, tiempo de contacto y cantidad de biomasa	Presentó una capacidad máxima de adsorción de 8.01 mg. g ⁻¹ , 100rpm, 0.500g de biomasa, 90 minutos tiempo de contacto y 20°C, con las que se obtiene una eficiencia de 53.40%
Acosta, et al., (2017)	Temperatura utilizada 25, 30 y 35°C)	Concentración del contaminante y tiempo de contacto	Se ha observado que la temperatura dentro del rango de estudio (25, 30 y 35°C) no tiene un efecto significativo sobre la capacidad máxima de adsorción en equilibrio, mientras que la dosis de adsorbente aumenta proporcionalmente el porcentaje de remoción.
Maza, et al., (2017)	No especifica	Tiempo de contacto y cantidad de adsorbente	Se demuestra la capacidad de utilizar los materiales bioadsorbentes en aguas contaminadas que contienen arsénico en niveles de hasta 30 veces a la norma estipulada (0.05 mg/L) y 140 veces superior a lo que establece la OMS (0.01 mg/L)
Hernández, et al., (2018)	No especifica	Tiempo de contacto y tamaño de las partículas	Utilizando 825 ml de HCl 0,1 M como adsorbente, el Pb (II) retenido en el lecho se adsorbió en un 60,6%, lo que indica que este volumen no es suficiente. Eliminación 100% de metales

Salisu & Ibrahim, (2017)	Temperatura ambiente	Velocidad de agitación y cantidad de adsorbente	Se realizaron en 250 cm ³ mezclando 1g del adsorbente con 100cm ³ de cada solución de iones metálicos con concentraciones de 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 m/L y a temperatura ambiente a 200rpm. Las muestras se retiraron a determinadas temperaturas de Intervalos.
Silva, et al., (2020)	Temperaturas de 15, 26, 35 y 45°C	Tiempo de contacto	No hubo una variación significativa del proceso de adsorción a temperaturas de 15 y 26°C, pero sin embargo a medida que la temperatura se aumenta hay una disminución de adsorción de iones Cu (II)

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

En la tabla 3 mostramos los resultados alcanzados donde el 81.25% de los investigadores tomados en cuenta muestran a la temperatura como un parámetro influyente en el tratamiento de iones metálicos en aguas contaminadas mediante cáscaras vegetales bioadsorbentes, como lo exponen, Silva, et al., 2020, Salisu & Ibrahim, 2017, Hernández, et al., 2018, Acosta, et al., 2017., Tejada, et al., 2017, Gómez et al., 2020, Villén, et al. 2021, Patiño, et al., 2021, Tejada, et al., 2020, Priva, et al., 2021, Calcina & Huayta., 2020, Villabona., et al., 20201.

Teniendo en cuenta Tejada, et al., (2020, p. 85), se refiere a la remoción del Cr VI en un sistema continuo con cáscara de plátano en todas las condiciones estudiadas son eficientes, donde de manera significativa el tamaño de las partículas es significativa en la eficiencia de adsorción a temperaturas de 353.15 K. donde los procesos endotérmicos favorecen a altas temperaturas donde se obtienen altos porcentajes de remoción. Desde el punto de vista de Villabona, et al., (2020, p. 25), La temperatura del proceso varió entre 303.15 K y 352.15 K. los resultados muestran que el efecto de la temperatura no presenta una tendencia definida para el bagazo de palma, mientras que es lineal para el uso

de la cáscara de plátano, donde la adsorción del Cr con cáscara de bagazo es más favorable a altas temperaturas, pero la adsorción con cáscara de plátano es técnicamente factible e temperaturas de 40 hasta 55 °C y no espontaneo a temperaturas elevadas.

También, Valencia & Castellar (2013, p.141), investigó a partir de una disolución acuosa sobre carbón activado granular a 27°C bajo condiciones dinámicas en un lecho empacado. Por otro lado, Arias, L. Ch. (2019, p.39), se refiere a la temperatura como un factor de mucha importancia debido a que, si esta temperatura aumenta de manera considerable, la cantidad de adsorbato disminuye, y por consiguiente la capacidad de adsorción. La adsorción es un proceso exotérmico. Calcina & Huayta, (2020, p.32. cita a Carrera, 2008), quien se refiere a que la temperatura influye en los procesos de adsorción, debido a que este es un proceso exotérmico y sucede de forma espontánea si el adsorbente no se encuentra saturado. También Xu, H. (2008, citado por Cabrera, 2018, p.47), la adsorción es un proceso exotérmico y ocurre espontáneamente, la cantidad de material que se acumula depende del equilibrio dinámico logrado entre la tasa de adsorción del material a la superficie y la tasa de liberación, y generalmente dependen del método de temperatura específico.

Tabla 4: Influencia del pH en el tratamiento de metales pesados.

Autor	Potencial de hidrógeno	Características	Resultados
Villabona, et al., (2021)	pH 6	Potencial de hidrógeno ácido	El efecto de la concentración inicial sobre la eliminación del Cd ²⁺ se evaluaron variando la concentración inicial en intervalos de 25 y 100mg/L a pH 6 para comprender las fuerzas impulsoras detrás del proceso de adsorción
Tapia, et al., (2018)	pH 2 y pH 6	Potencial de hidrógeno ácido	Los iones Cu y Ni son removidos por el adsorbente en un intervalo de pH 2 y 6, en el primero la remoción del Cu fue de 25% y Ni nula,
Calcina & Huayta, (2020)	pH 5 y pH 6	Potencial de hidrógeno ácido	Para la remoción del Cu el pH 6 es el ideal (R=65%), y para el Pb es pH 5 (R=92.13%)
Monroy, et al., (2021)	pH 1 y pH	Potencial de hidrógeno ácido	La cáscara de naranja mostró muestra mejor remoción de Cr a pH 1 con una eficiencia de 68% y para la cáscara de trigo fue pH 3 la óptima con remoción del 33%
Priya, et al., (2021)	pH 6	Potencial de hidrógeno ácido	Se encontraron mejores rendimientos en la eliminación de metales como el Cr (87.12%), Pb (92.28%) y Zn (95.62%) a un pH óptimo de 6
Tejada, et al., (2017)	No aplica	No aplica	Solo considera la intervención de la temperatura
Tejada, et al., (2020)	No considera	No considera	Solo interviene la temperatura a 34 y 45°C

Fei, et al., (2021)	pH 5	Potencial de hidrógeno ácido	Como se estima a pH 5 RS700 mostró 5.5 veces más qm y 1.5 veces superior a RS500, los minerales de los RSBC desempeñan un papel dominante en la sorción del Cd con el 29.2, 62.5 y 82.9%
Priva, et al., (2021)	pH 0.91, pH 1.78 y pH 2.72	Potencial de hidrógeno ácido	Las mejores condiciones para remover el Cr (III) deben tener un pH alto, en este caso 2.72, la que tiene una capacidad de adsorción de 53.15 mg/L
Villén, et al., (2021)	pH 5	Potencial de hidrógeno ácido	La bioadsorción de los metales pesados se dio en condiciones óptimas de pH 5 a 5°C
Gómez, et al., (2020)	pH 4	Potencial de hidrógeno ácido	Los parámetros óptimos para la eficiencia de remoción son: tamaño de partícula 180um, tiempo de contacto 90 min a 100rpm, pH 4, donde la eficiencia de remoción fue de 53.40% con una capacidad máxima de adsorción de 8.01 mg. g-1
Acosta, et al., (2017)	pH 2	Potencial de hidrógeno ácido	El efecto de la concentración de adsorbente sobre diferentes adsorbentes pH 2 (Cr VI = 100 mg / L), tiempo de contacto 2 horas, temperatura 30°C, sobre el porcentaje de Cr (VI) o eficiencia de remoción.

Maza, et al., (2017)	pH 5	Potencial de hidrógeno ácido	El tratamiento alcanzó el 100% de adsorción del As (<0.01) siendo muy significativo, es de importancia indicar que se presentó situaciones adversas con el Zn (195 y 257 ppm mg/L).
Gómez, et al., (2020)	pH 4	Potencial de hidrógeno ácido	Los parámetros óptimos para la eficiencia de remoción son: tamaño de partícula 180um, tiempo de contacto 90 min a 100rpm, pH 4, donde la eficiencia de remoción fue de 53.40% con una capacidad máxima de adsorción de 8.01 mg. g-1.
Hernández, et al., (2018)	pH 4	Potencial ácido de hidrógeno	En la prueba de batch se comprobó que el pH óptimo para los bioadsorbentes fue 4, mostrando eficiencia de remoción de 91% y 72.6%
Salisu & Ibrahum, (2017)	pH 6	Potencial ácido de hidrógeno	Hay mejor remoción de los iones metálicos a este pH 6, donde hubo una eficiencia de remoción del Ni (II) de 0.04, del Pb (II) 0.03 y Cu (II) 0.15
Silva, et al., (2020)	pH 5	Potencial hidrógeno ácido de	Los resultados nos muestran que a pH 5, es posible logra una eficiencia máxima de adsorción y a medida que disminuye el pH también lo hace su capacidad de adsorción

FUENTE: Elaboración del investigador, 2021.

Como se muestra en la tabla 4, el potencial de hidrógeno cumple o juega un rol importante en la bioadsorción, ya que contribuye a mejorar la eficiencia de remoción y eliminación de los iones metálicos, por ello, Morales & Ruíz, (2008, p.69), se refiere a los pH menores de 5, permiten la solubilización de los metales y el estado de ionización de los grupos funcionales. También Carro, (2012, p.72) se refiere a la existencia de tres maneras primordiales en las que el pH influye en la eficiencia de remoción, uno se da en los estados de los sitios activos de la biomasa que cambia con el pH del medio, dos, los valores de pH extremos pueden dañar la estructura del material y tres es importante la solubilidad y especiación del metal en disolución, ya que cada metal muestra un comportamiento diferente en cuanto al pH.

Asimismo, Rodríguez, M. (2018, p.85) alcanzó porcentajes alto de eficiencia en la remoción, los mismos que presentaron rangos de pH 4 y pH 6, las que facilitaron la eliminación y adsorción de los iones metales en las células fúngicas. Machado, S. X., (2017, p.68), nos dice que las variables estudiadas como el pH es de suma importancia en la adsorción para logra elevados porcentajes de eficiencia en la remoción de metales, siendo para su investigación el pH 4 como óptimo.

Por su parte, Monroy, et al., (2021, p.25), se refiera a la cáscara de naranja como el producto que dio el punto más eficiente de remoción del Cr (VI), con una eficiencia media de 68%, pero la óptima en el salvado de trigo fue a pH 3 con valor medio de 33%, debido a la presencia de los grupos hidroxilos. Al mismo tiempo, Ruíz, A. P. (2018, p.51) se refiere al pH ligeramente ácido como el óptimo para la adsorción del Pb (II), siendo el ácido el menos eficiente, presentando una eficacia de remoción del 98.80% de Pb (II).

Como expresa Calcina & Huayta, (2020, p.119), emplearon tres niveles de pH 4, 5 y 6 y tres niveles de masa bioadsorbente, 0.25, 0.75 y 1.25 g a temperatura ambiente, donde concluyen que el valor más adecuado de pH es de 6 para remover el Cu (II) con 65%, y pH 5 para el Pb (II), con 92.13%, estableciendo que posiblemente el aumento de la acidez de la solución causa la pronotación

de la superficie del bioadsorbente lo que induce una atracción fuerte por los iones Pb^{+2} .

Como se puede observar la capacidad de bioadsorción para metales pesados como el plomo son sensibles a potencial de hidrógeno, ya que es un parámetro que afecta la biosorción de los iones en solución, donde a valores menores de 3.6 de pH la capacidad de adsorción no es óptima

V. CONCLUSIONES.

- Las cáscaras de vegetales más utilizadas en los procesos de bioadsorción de iones metales en aguas contaminadas según las investigaciones revisadas son: la cáscara de yuca (15%), cáscara de naranja (15%), Cáscara de arroz (15%), cáscara de plátano (10%), cáscara de limón (10%), cáscara de café (10%) y otros (25%).
- Las temperaturas son muy variadas en el proceso de bioadsorción de metales pesados en aguas contaminadas utilizando cáscaras vegetales, para remover el Cr (VI) la mejor eficiencia de remoción se dio a 353.15 °K, donde los procesos endodérmicos favorecen a altas temperaturas donde se logra mayor eficiencia de remoción, ya que estas influyen en el proceso de adsorción por ser métodos exotérmicos, lo mismo para la adsorción de Cr con cáscara de plátano es factible a temperaturas 40 °C hasta los 55 °C .
- La influencia del potencial de hidrógeno (pH) en el proceso de tratamiento o adsorción de metales pesados en aguas contaminadas es fundamental, ya que ayuda precisamente a mejorar la eficiencia de remoción de los iones metálicos, logrando alcanzar niveles altos de eliminación a pH de 6 a menos unidades, por lo que la mayor eficiencia de remoción de metales pesados se presentaron en rangos de pH 4 y pH 6, facilitando la eliminación y adsorción de iones metales.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se lleven a cabo investigaciones sobre la caracterización, de los materiales bioadsorbentes con la finalidad de conocer e identificar los parámetros fisicoquímicos que influyen en el proceso de bioadsorción y faciliten la eliminación de los iones metálicos.
- Referente a los bioadsorbentes se recomienda evaluar otras especies de cáscaras vegetales con la finalidad de buscar las condiciones óptimas de remoción de iones metálicos.
- También se recomienda la utilización de métodos físicos y químicos con la finalidad de variar las características de las cáscaras vegetales y aumentar la optimización de capacidad bioadsorbente
- También recomendamos a partir de estudios preliminares, realizar cálculos para la implementación de mayores cantidades de volúmenes de aguas contaminadas con metales pesados, con el objetivo de proporcionar concentraciones de biomasa o cáscaras vegetales suficientes para los procesos de eliminación de contaminantes.
- Llevar a cabo investigaciones parecidas con cáscaras de vegetales o biomasas para la elaboración de carbón activado para la adsorción de compuestos metálicos en aguas contaminadas, tales como el Cromo, Plomo, Níquel, Cadmio, Arsénico, también se recomienda evaluar con compuestos orgánicos como pesticidas, herbicidas, solventes aromáticos, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-RAOUF, N., SHOLKAMY, E.N., BUKHARI, N., AL-ENAZI, N.M., ALSAMHARY, K.I., AL-KHIAT, S.H.A. y IBRAHEEM, I.B.M., 2022. Bioremoval capacity of Co+2 using Phormidium tenue and Chlorella vulgaris as biosorbents. *Environmental research* [en línea], vol. 204, no. Pt B, pp. 111630. ISSN 0013-9351. DOI 10.1016/j.envres.2021.111630. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2021.111630>.
- ACOSTA ARGUELLO, H.A., UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, BARRAZA YANCE, C.A., ALBIS ARRIETA, A.R., UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO y UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, 2017. Adsorption of chromium (VI) using cassava peel (Manihot esculenta) as biosorbent: A kinetic study. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 58–76. ISSN 0122-3461. DOI 10.14482/inde.35.1.8943. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14482/inde.35.1.8943>.
- ALBARRACÍN HERRERA, F., 2014. Capacidad de adsorción para remover en ion metálico PB (II) por el tanino de la cascara de tarwi (lupinus mutabilis sweet), de las aguas del río Ramis Puno, Perú. [en línea], [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_301b0a0e76e2dbddb e9344ddc7a3e704.
- ALVARADO CORTEZ, H., 2018. *Efecto del tiempo de residencia y tamaño de partícula en la reducción de plomo mediante bioadsorción con citrus cinensis en efluente minero del C.P. Tambillo – Cajamarca, 2017*. S.l.: Universidad Privada del Norte.
- ÁLVAREZ-RISCO, A., 2020. Justificación de la investigación. [en línea], [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10821>.
- ARÉVALO, J.A., 2017. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. *Universo Abierto* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://universoabierto.org/2017/05/22/el-proyecto-de-investigacion-introduccion-a-la-metodologia-cientifica/>.

ARÉVALO, J.A., 2020. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. *Universo Abierto* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://universoabierto.org/2020/10/01/tecnicas-y-metodos-cualitativos-para-la-investigacion-cientifica/>.

BAENA, G. y DGB, P., [sin fecha]. Metodología de la investigación Serie Integral por competencias. *Gob.mx* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf.

Banana peel biochar with nanoflake-assembled structure for cross contamination treatment in water: Interaction behaviors between lead and tetracycline, *Chemical Engineering Journal - X-MOL*. *X-mol.com* [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.x-mol.com/paper/1383960726066978816>.

BARMA, N.H., DURBIN, B., LORBER, E. y WHITLARK, R.E., 2015. "Imagine a world in which": Using scenarios in political science. *International studies perspectives* [en línea], vol. 17, no. 2, pp. ekv005. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1528-3577. DOI 10.1093/isp/ekv005. Disponible en: <https://academic.oup.com/isp/article-abstract/17/2/117/2614149>.

BRESLOW, R., 2010. The principles of and reasons for using water as a solvent for green chemistry. *Handbook of Green Chemistry*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

CALCINA HUANCA, L.A. y HUAYTA HALANOCCA, D.M., 2020. *Optimización de los parámetros de adsorción de Cu (II) Y Pb (II) por la cáscara de yuca (Manihot Esculenta Crantz)*. S.l.: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

CARBAJAL VÁSQUEZ, J.C., 2021. *Bioadsorción con harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) de arsénico y plomo en muestras de agua superficial*. S.l.: Universidad César Vallejo.

CARRINGTON, C.D. y BOLGER, P.M., 1992. An assessment of the hazards of lead in food. *Regulatory toxicology and pharmacology: RTP* [en línea], vol. 16, no. 3, pp. 265–272. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0273-2300. DOI 10.1016/0273-2300(92)90006-u. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1293643/>.

CARRO DE DIEGO, L., 2012. *Eliminación de mercurio de efluentes acuosos con materiales de bajo coste: proceso combinado de bioadsorción-reducción*. S.l.: s.n.

CASTELLÓ, L. y NAVARRETE, S.C., [sin fecha]. Diseño de un sistema de adsorción para la eliminación de colorantes presentes en disolución acuosa MEMORIA PRESENTADA POR. *Upv.es* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/93468/CASTELL%C3%93%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20adsorci%C3%B3n%20para%20la%20eliminaci%C3%B3n%20de%20colorantes%20presentes%20en%20disol....pdf?sequence=1>.

CASTILLO, E. y VÁSQUEZ, M.L., 2003. El rigor metodológico en la investigación cualitativa. *Edu.co* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/269>.

CECILIA, A. y LÉVANO, S., [sin fecha]. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: DISEÑOS, EVALUACIÓN DEL RIGOR METODOLÓGICO Y RETOS. *Redalyc.org* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/686/68601309.pdf>.

CHRISTINA, L. y PATIÑO, A., [sin fecha]. *Edu.co* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2111&context=ing_ambiental_sanitaria.

CÍVICOS, A., MANUEL, J. y HERNÁNDEZ, H., [sin fecha]. Algunas reflexiones y aportaciones en torno a los enfoques teóricos y prácticos de la investigación en Trabajo Social. *Unirioja.es* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2264596.pdf>.

Corladancash.com [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 a]. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/03/Metodologia-de-la-investigacion-Naupas-Humberto.pdf>.

DE, C., AMBIENTAL, I., FERNANDO, L. y ANDRADE, C., [sin fecha]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA. *Edu.ec* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14460/1/UPS-CT007124.pdf>.

Edu.ec [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 b]. Disponible en: <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/Boo28.pdf>.

Edu.pe [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 c]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7105/IQagsamb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FAN, X., WANG, X., CAI, Y., XIE, H., HAN, S. y HAO, C., 2022. Functionalized cotton charcoal/chitosan biomass-based hydrogel for capturing Pb²⁺, Cu²⁺ and MB. *Journal of hazardous materials* [en línea], vol. 423, no. Pt B, pp. 127191. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2021.127191. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34537654/>.

FEI, Y.-H., ZHANG, Z., YE, Z., WU, Q., TANG, Y.-T. y XIAO, T., 2022. Roles of soluble minerals in Cd sorption onto rice straw biochar. *Journal of environmental sciences (China)* [en línea], vol. 113, pp. 64–71. ISSN 1001-0742. DOI 10.1016/j.jes.2021.05.027. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/34963550>.

FUNDACIÓN, N., CULTURA, D., DAMIÀ BARCELÓ, L. y JOSÉ LÓPEZ DE ALDA, M., [sin fecha]. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. *Fnca.eu* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://fnca.eu/phocadownload/P.CIENTIFICO/inf_contaminacion.pdf.

GALL, E.T., CARTER, E.M., EARNEST, C.M. y STEPHENS, B., 2013. Indoor air pollution in developing countries: research and implementation needs for improvements in global public health. *American journal of public health* [en línea], vol. 103, no. 4, pp. e67-72. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0090-0036. DOI 10.2105/AJPH.2012.300955. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23409891/>.

GHIMIRE, K.N., INOUE, K., YAMAGUCHI, H., MAKINO, K. y MIYAJIMA, T., 2003. Adsorptive separation of arsenate and arsenite anions from aqueous medium by using orange waste. *Water research* [en línea], vol. 37, no. 20, pp. 4945-4953. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0043-1354. DOI 10.1016/j.watres.2003.08.029. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14604641/>.

GÓMEZ AGUILAR, D.L., RODRÍGUEZ MIRANDA, J.P., BARACALDO GUZMÁN, D. y ESTEBAN MUÑOZ, J.A., 2020. Using coffee pulp as bioadsorbent for the removal of manganese (Mn (II)) from synthetic wastewater. *Water* [en línea], vol. 12, no. 9, pp. 2500. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w12092500. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/9/2500>.

GÓMEZ-AGUILAR, D.L., RODRÍGUEZ-MIRANDA, J.P., BARACALDO-GUZMÁN, D., SALCEDO-PARRA, O.J. y ESTEBAN-MUÑOZ, J.A., 2021. Biosorption of Pb (II) using coffee pulp as a sustainable alternative for wastewater treatment. *Applied sciences (Basel, Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 13, pp. 6066. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/app11136066. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/13/6066/pdf>.

GUBA, E.G. y LINCOLN, Y.S., 1981. Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches. *The Jossey-Bass higher and adult education series and the Jossey-Bass social and behavioral science series*. [en línea], vol. 423. Disponible en: <https://psycnet.apa.org/fulltext/1992-97542-000.pdf>.

HUAYLLAS, J.C., 2016. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. [en línea], [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/28371629/Biosorci%C3%B3n_de_metales_pesados_mediante_el_uso_de_biomasa_microbiana.

IAGUA, R., 2019. ¿Qué es la contaminación del agua? *iAgua* [en línea]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>.

LAZARTE SILVERA, E.R., NONATO CAMACHO, J.K. y VALLEJOS DURAND, F.J., 2019. Uso de la cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*) para la bioadsorción de metales pesados de cobre y zinc en aguas del río Chillón, Callao, 2019. [en línea], [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35703>.

LEAL CARDOZO, L., ESCOBAR VALENCIA, M., MOSQUERA ABADÍA, H.A., MEDINA VÁSQUEZ, J.E. y MOSQUERA GUERRERO, A., 2014. *Construyendo la calidad en los ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica*. S.l.: Universidad del Valle. ISBN 9789587653847.

LEANDRO-SILVA, E., PIPI, A.R.F., MAGDALENA, A.G. y PIACENTI-SILVA, M., 2020. Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. *Matéria (Rio de Janeiro)* [en línea], vol. 25, no. 2. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1517-7076. DOI 10.1590/s1517-707620200002.1056. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/MP7WGSHLyydJzGBpTNR77Rp/abstract/?lang=en>.

LEE, X.J., ONG, H.C., OOI, J., YU, K.L., THAM, T.C., CHEN, W.-H. y OK, Y.S., 2022. Engineered macroalgal and microalgal adsorbents: Synthesis routes and adsorptive performance on hazardous water contaminants. *Journal of*

hazardous materials [en línea], vol. 423, no. Pt A, pp. 126921. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2021.126921. Disponible en: <https://koreauniv.pure.elsevier.com/en/publications/engineered-macroalgal-and-microalgal-adsorbents-synthesis-routes->.

LONDOÑO FRANCO, L.F., LONDOÑO MUÑOZ, P.T. y MUÑOZ GARCIA, F.G., 2016. LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 145. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1692-3561. DOI 10.18684/bsaa (14)145-153. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612016000200017.

M.Ed. In quantitative analytics in education (QAE) and the social sciences. *School of Education and Human Development | University of Virginia* [en línea], 2017. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwjA-vTC4rn2AhWapcgKHc2WDooYABABGgJxdQ&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESWuD2zx86UEm22zw8os22OZyJTNgQDhkHuvyH9dqJwib3c_NtwQIAjiuZkEdbnGROkctLoN9x_AdC6vpKORrVN46CTKUtkYCMvpT7_mv0MjhuK9NTq9UiS-VDvA&sig=AOD64_1c3EdIqL7aPWnw99chm_ON6S5pOQ&q&adurl&ved=2ahUKEwiJo-LC4rn2AhX7STABHcfGAE4QoQx6BAgGEAE.

MOHAMMADI, S., KARGARI, A., SANAEEPUR, H., ABBASSIAN, K., NAJAFI, A. y MOFARRAH, E., 2015. Phenol removal from industrial wastewaters: a short review. *Desalination and water treatment* [en línea], vol. 53, no. 8, pp. 2215–2234. ISSN 1944-3994. DOI 10.1080/19443994.2014.883327. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2014.883327>.

MONCADA AZABACHE, E.V. y POMIANO BOCANEGRA, K.J., 2018. “Biosorción de IONES Zn (II) mediante la cascara de naranja (*citrus sinensis*) tratada”. S.l.: Universidad Nacional del Callao.

MONTIJO, Y., 2020. Heavy metals contamination: implications for health and food safety. [en línea], [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/42882976/Heavy_metals_contamination_implications_for_health_and_food_safety.

Org.co [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 d]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v40n3/0120-5609-iei-40-03-22.pdf>.

Org.mx [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 e]. Disponible en:
<http://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/issue/download/414/439>.

PATIÑO-SALDIVAR, L., HERNÁNDEZ, J.A., ARDILA, A., SALAZAR-HERNÁNDEZ, M., TALAVERA, A. y HERNÁNDEZ-SOTO, R., 2021. Cr (III) removal capacity in aqueous solution in relation to the functional groups present in the orange peel (*Citrus sinensis*). *Applied sciences (Basel, Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 14, pp. 6346. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/app11146346. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/14/6346>.

PRIYA, A.K., YOGESHWARAN, V., RAJENDRAN, S., HOANG, T.K.A., SOTO-MOSCOSO, M., GHFAR, A.A. y BATHULA, C., 2022. Investigation of mechanism of heavy metals (Cr⁶⁺, Pb²⁺ & Zn²⁺) adsorption from aqueous medium using rice husk ash: Kinetic and thermodynamic approach. *Chemosphere* [en línea], vol. 286, no. Pt 3, pp. 131796. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2021.131796. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34391117/>.

Removal of heavy metals from wastewater by using Rice husk. *CURIN* [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://curin.chitkara.edu.in/journal/removal-of-heavy-metals-from-waste-water-by-using-rice-husk/>.

Researchgate.net [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 f]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/352698698_Recent_advances_in_the_application_of_cellulose_derivatives_for_removal_of_contaminants_from_aquatic_environments.

RÍOS ELIZALDE, P.E., 2014. *Cinética de bioadsorción de arsénico utilizando cáscara de banana maduro en polvo*. S.l.: Machala: Universidad Técnica de Machala.

- ROBARDS, K. y WORSFOLD, P., 1991. Cadmium: toxicology and analysis. A review. *The Analyst* [en línea], vol. 116, no. 6, pp. 549–568. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0003-2654. DOI 10.1039/an9911600549. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1928728/>.
- ROSALES, E., MEIJIDE, J., TAVARES, T., PAZOS, M. y SANROMÁN, M.A., 2016. Grapefruit peelings as a promising biosorbent for the removal of leather dyes and hexavalent chromium. *Process safety and environmental protection: transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part B* [en línea], vol. 101, pp. 61–71. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 0957-5820. DOI 10.1016/j.psep.2016.03.006. Disponible en: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/41901>.
- RUIZ MENENDEZ, A.P., 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*. S.l.: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- SALISU, L. y IBRAHIM, M.B., 2017. Analysis of some sorption isotherms for the removal of Ni²⁺ Pb²⁺ and Cu²⁺ using orange peel adsorbent. *Bayero Journal of Pure and Applied sciences* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 414–417. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 2006-6996. DOI 10.4314/bajopas.v10i1. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/bajopas/article/view/165653>.
- TAPIA, P., PAVEZ, O., GARRIDO, N. y SEPÚLVEDA, B., 2018. REMOCIÓN DE IONES COBRE Y NIQUEL CON CÁSCARA DE MANÍ. *HOLOS - ISSN 1807-1600* [en línea], vol. 3, no. 0, pp. 57–69. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1518-1634. DOI 10.15628/holos.2018.7064. Disponible en: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7064>.
- TEJADA TOVAR, C., GALLO MERCADO, J., MOSCOTE, J., VILLABONA, A. y ACEVEDO CORREA, D., 2018. Adsorción competitiva de plomo y níquel sobre cáscara de ñame y bagazo de palma en sistema continuo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 16, no. 1, pp. 52. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1692-3561. DOI 10.18684/bsaa (16)52-61. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612018000100052.

TEJADA-TOVAR, C., UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, BONILLA-MANCILLA, H., VILLABONA-ORTÍZ, A., ORTEGA-TORO, R. y LICARES-EGUAVIL, J., 2020. Effect of the adsorbent dose and initial contaminant concentration on the removal of Pb (II) in a solution using *Opuntia ficus Indica* shell. *Revista mexicana de ingeniería química* [en línea], vol. 20, no. 2, pp. 555–568. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1665-2738. DOI 10.24275/rmiq/ia2134. Disponible en: <http://rmiq.org/ojs311/index.php/rmiq/article/view/2134>.

TORRES LAURA, A., CHOQUECOTA MENA, R., MAMANI COAQUERA, G., TICONA QUISPE, P., SANGA FRANCO, M. y GUTIERREZ FLORES, I., 2020. Bioadsorción de arsénico del agua del río Locumba utilizando cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), Tacna. *Ciencia & Desarrollo* [en línea], no. 26, pp. 41–47. ISSN 2617-6033. DOI 10.33326/26176033.2020.26.931. Disponible en: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/download/931/1045/1809>.

Tuan Hoang - Publications. *Academictree.org* [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022]. Disponible en: <https://academictree.org/physics/publications.php?pid=450241>.

Uaemex.mx [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 h]. Disponible en: <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67625>.

Unirioja.es [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 i]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3932572.pdf>.

VALLADARES-CISNEROS, M.G., UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, VALERIO CÁRDENAS, C., DE LA CRUZ BURELO, P., MELGOZA ALEMÁN, R.M., UNIVERSIDAD POPULAR DE LA CHONTALPA, UNIVERSIDAD POPULAR DE LA CHONTALPA y UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, 2017. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea], vol. 16, no. 31, pp. 55–73. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 1692-3324. DOI 10.22395/rium.v16n31a3. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242017000200055.

VERDUGO VERGARA, J.F., 2017. *Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (Citrus reticulata var. Clementina)*. S.l.: s.n.


VILLABONA-ORTÍZ, Á., TEJADA-TOVAR, C. y GONZALEZ-DELGADO, Á.D., 2021. Adsorption of Cd²⁺ Ions from Aqueous Solution Using Biomasses of Theobroma cacao, Zea mays, Manihot esculenta, Dioscorea rotundata and Elaeis guineensis. *Applied sciences (Basel, Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 6, pp. 2657. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/app11062657. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/6/2657/htm>.


VILLEN-GUZMAN, M., CERRILLO-GONZALEZ, M.M., PAZ-GARCIA, J.M., RODRIGUEZ-MAROTO, J.M. y ARHOUN, B., 2021. Valorization of lemon peel waste as biosorbent for the simultaneous removal of nickel and cadmium from industrial effluents. *Environmental technology & innovation* [en línea], vol. 21, no. 101380, pp. 101380. [Consulta: 9 marzo 2022]. ISSN 2352-1864. DOI 10.1016/j.eti.2021.101380. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/23318>.


Www.un.org [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2022 j]. Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM_IIIESP.pdf.


ANEXOS


Anexo 1: Ficha de análisis de contenido


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	01
TÍTULO: Adsorción de iones Cd ²⁺ de una solución acuosa usando cáscaras de cacao, maíz y yuca, ñame y bagazo de palma aceitera		
AUTOR(ES): Villabona, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN; Experimental	PARTICIPANTES: SciELO.	
DOI:	doi: http://dx.doi.org/10.3390/app11062657	
LUGAR	Colombia	
TIPOS DE CÁSCARA	Cáscara de ñame, cáscara de yuca, cáscara de cacao, cáscara de maíz y bagazo de palma	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura óptima 55°C	
INFLUENCIA DEL pH	pH 6 (Grupos OH ⁻)	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	02
TÍTULO: Remoción de iones cobre y níquel con cáscara de maní		
AUTOR(ES): Tapia, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: ProQuest	
DOI:	DOI:10.15628/holos.2018.7064	
LUGAR	Chile	
TIPOS	Cáscara de maní	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Considera otras variables	
INFLUENCIA DEL pH	Mayor remoción pH 3 (H ⁺ > OH ⁻)	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	03
TÍTULO: Optimización de los parámetros de adsorción de Cu (II) y Pb (II) por la cáscara de yuca (<i>Manihot sculenta</i>)		
AUTOR(ES): Calcina y Huayta.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: EBSCO	
DOI:	http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.00	
LUGAR	Perú	
TIPOS	Cáscara de yuca	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	60°C para el secado de las cáscaras vegetales	
INFLUENCIA DEL pH	Para el Cu (II) pH 5 óptimo y Pb (II) pH 6	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	04
TÍTULO: Diseño y validación de un sistema de adsorción de cromo hexavalente en efluentes de curtiduría utilizando cáscara de naranja y cáscara de trigo.		
AUTOR(ES): Monroy, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: ProQuest	
DOI:	DOI: 10.24850/j-tyca-2021-03-01	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de naranja y cáscara de trigo	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura empleada 105°C	
INFLUENCIA DEL pH	Condiciones óptimas de adsorbentes pH 1 y pH 3	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	05
TÍTULO: Investigación del mecanismo de adsorción de metales pesados en medio acuoso utilizando cáscara de arroz: Enfoque cinético y termodinámico.		
AUTOR(ES): Priya, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: ScienceDirect	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131796	
LUGAR	India	
TIPOS	Cáscara de arroz	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Máxima adsorción de iones metales 20°C	
INFLUENCIA DEL pH	Máxima eficiencia de adsorción obtenida a pH 6	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	06
TÍTULO: Adsorción competitiva de Pb y Ni sobre cáscara de ñame y bagazo de palma en sistemas continuos.		
AUTOR(ES): Tejada, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: EBSCO	
DOI:	doi: http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.624	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de ñame y palma	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	700°C estabiliza biomasa	
INFLUENCIA DEL pH	No hubo intervención del pH solo temperatura	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	07
TÍTULO: Adsorción en sistemas binarios de Pb (II) y Ni (II) utilizando cáscara de limón.		
AUTOR(ES): Tejada, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SciELO	
DOI:	doi: http://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.2020069110	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de limón	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Eliminación de contaminantes 18°C	
INFLUENCIA DEL pH	Solo interviene la temperatura más no el pH	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	08
TÍTULO: Funciones de los minerales solubles en la sorción de cadmio en biocarbón de cáscara de arroz.		
AUTOR(ES): Fei, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	DOI: 10.1016 / j.jes.2021.05.027	
LUGAR	China	
TIPOS	Cáscara de arroz	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura por debajo 300, 500, 700°C	
INFLUENCIA DEL pH	pH 5 ambiental	


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	09
TÍTULO: Capacidad de eliminación del Cr (II) en solución acuosa en relación con los grupos funcionales presentes en la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).		
AUTOR(ES): Patiño, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	DOI: 10.3390 / app11146346	
LUGAR	México	
TIPOS	Cáscara de naranja	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura 30°C	
INFLUENCIA DEL pH	Al elevar el pH aumenta la capacidad de adsorción	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	10
TÍTULO: Valorización de residuos de cáscara de limón como biosorbente para la eliminación simultánea de Ni y Cd de los efluentes de industrias.		
AUTOR(ES): Villen, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101380	
LUGAR	España	
TIPOS	Cáscara de limón	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura óptima 25°C	
INFLUENCIA DEL pH	Capacidad máxima de adsorción pH 5	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	11
TÍTULO: Utilización de cáscara de café como bioadsorbente para la eliminación de Mn (II) en aguas residuales.		
AUTOR(ES): Gómez, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	DOI: 10.3390 / w12092500	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de café	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura óptima de remoción 20°C	
INFLUENCIA DEL pH	Mayor eficiencia a pH 4	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	12
TÍTULO: Adsorción de Cr (VI) utilizando cáscara de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) como biosorbente: Estudio cinético.		
AUTOR(ES): Acosta, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	http://dx.doi.org/10.14482/inde.35.1.8943	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de yuca	
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA	Temperatura utilizada 25, 30 y 35°C	
INFLUENCIA DEL pH	pH 2 mayor eficiencia	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	13
TÍTULO: Biosorción del As con biomásas derivadas de las cáscaras de banano, cáscara de arroz y cáscara de coco en aguas excedentes de plantas de beneficio.		
AUTOR(ES): Maza, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	https://www.researchgate.net/publication/336839434	
LUGAR	Ecuador	
TIPOS	Cáscara de banana, cáscara de arroz y coco	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	No específica	
INFLUENCIA DEL pH	pH óptimo 5, mejor adsorción de As	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	14
TÍTULO: Evaluación de la capacidad de bioadsorción de Pb (II) presentes en efluentes sintéticos, utilizando bioadsorbente de origen vegetal.		
AUTOR(ES): Hernández, et al.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	https://doi.org/10.22490/25394088.2829	
LUGAR	Colombia	
TIPOS	Cáscara de elodea, cáscaras de arveja y café	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	No específica	
INFLUENCIA DEL pH	pH 4 mayor eficiencia de remoción de Pb (II)	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	15
TÍTULO: Análisis de isotermas de sorción para la eliminación de Ni ²⁺ , Pb ²⁺ y Cu ²⁺ utilizando como adsorbente la cáscara de naranja.		
AUTOR(ES): Salisu & Ibrahim	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SCOPUS	
DOI:	http://dx.doi.org/10.4314/bajopas.v10i1.81S	
LUGAR	Nigeria	
TIPOS	Cáscara de naranja	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura ambiente	
INFLUENCIA DEL pH	pH 6 óptimo para eliminar metales	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	16
TÍTULO: Aplicación de modelos de Langmuir y Freundlich en el estudio de la cáscara de banano como bioadsorbente de Cu (II) en medio acuoso.		
AUTOR(ES): Silva, et al,	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020	
TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental	PARTICIPANTES: SciELO	
DOI:	https://doi.org/10.1590/S1517-707620200002.1056	
LUGAR	Brasil	
TIPOS	Cáscara de banana	
INFLUENCIA DE TEMPERATURA	Temperatura 15, 20, 35 y 45°C	
INFLUENCIA DEL pH	Adsorción máxima pH ajustado a 5	

Anexo 2: Plataforma de búsqueda

Encuentra artículos con estos términos

VEGETABLE PEEL and adsorption



Advanced search

55 results

Set search alert

Refine by:

Years

2022 (55)

2021 (737)

2020 (474)

Show more

Article type

Review articles (13)

Research articles (27)

Encyclopedia (1)

Download selected articles

Export

sorted by relevance | date

Research article

Full text access

1 Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review

Chemosphere, 9 September 2021, ...

K. Selva Ganesh, Adithya Sridhar, S. Vishali

Download PDF Abstract Extracts Export

Book chapter

2 Chapter 12: Vegetables waste for biosynthesis of various nanoparticles

Agri-Waste and Microbes for Production of Sustainable Nanomaterials, 14 October 2021, ...

Rishabh Anand Omar, Divya Chauhan, ... Mohammad Ashfaq

Abstract Extracts Export

Book chapter

3 Chapter 10: Fruit peel waste-to-wealth: Bionanomaterials production and their applications in agroecosystems

Agri-Waste and Microbes for Production of Sustainable Nanomaterials, 14 October 2021, ...

Feedback

104 documentos de resultados

TÍTULO-ABS-KEY (bioadsorption Y pesado Y metales)

Editar Ahorrar Establecer alerta

Buscar dentro de los resultados...



Refinar Resultados

Limitado a Excluir

Acceso abierto



Todo acceso abierto

(29)

Documentos

Documentos secundarios

Patentes

Ver datos de Mendeley (2)

Analizar los resultados de la búsqueda

Mostrar todos los resúmenes

Ordenar por: Fecha (más reciente)



Todos

Exportar

Descargar

Ver descripción general de la cita

Ver citado por

Guardar en lista

...



Titulo del documento

Autores

Año Fuente

Citado por

21

Bioadsorción in vitro de iones Cd²⁺: isotermas de adsorción, mecanismo e información sobre la

Kumar, R., Sharma, P., Umar, A., (...) Alshamdi, AA

2020 Procesos 8 (9): 1085

2



Buscando: **Academic Search Complete**, [Mostrar todos](#) | [Bases de datos](#)

UNIVERSIDAD CESA VALLEJO

adsorption and heavy metals

Buscar

[Búsqueda básica](#) [Búsqueda avanzada](#) [Historial de búsqueda](#)

Depurar los resultados

Búsqueda actual

Booleano/Frase:

adsorption and heavy metals

Amplidores

Aplicar materias equivalentes

Limitadores

Fecha de publicación: 20180101-20221231

Tipos de fuentes

Revistas

Limitar a

Resultados de la búsqueda: 21 a 40 de 46

Relevancia Opciones de página Compartir

Empresa

Enter comp

Go

21. Immobilization of unmodified aminoanthraquinone derivatives onto silica gel surface for solid-phase extraction and pre-concentration of Pb(II).



Publicación periódica

By: Uppa, Yuwapon; Tawetanavanich, Thianthan; Kaewtong, Chatthai; Niamsa, Noi. *Environmental Technology*. Mar2021, Vol. 42 Issue 8, p1252-1259. 8p. DOI: 10.1080/09593330.2019.1663937. Base de datos: Environment Complete

In this project, silica gel chemically bonded with derivatives of aminoanthraquinone were synthesized and characterized. Adsorbents 1,8-aminoanthraquinone-3-aminopropylsilica (SL1), 2-aminoanthra...

Materias: Solid phase extraction; **Heavy metals**; Environmental sampling; Other Basic Inorganic Chemical Manufacturing; All other basic inorganic chemical manufacturing; Silica gel; Density functional theory; Detection limit; Standard deviations

22. Nonwoven flax fibres geotextiles effects on solute heavy metals transport in porous media.



By: Abbar, Bouamama; Alem, Abdellah; Pantet, Anne; Marcotte, Stéphane; Ahfir, Nasre-Dine; Wang, Huaqing; Ouahbi, Tariq; Duchemin, Benoît; Duriatti, Davy. *Environmental Technology*. Jul2020, Vol. 41 Issue 16, p2061-2072. 12p. DOI: 10.1080/09593330.2018.1555284. Base de datos: Environment Complete

ProQuest

Acceso proporcionado por UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO DEL PERU



Búsqueda básica Búsqueda avanzada Publicaciones Examinar Bases de datos (3)

adsorption and vegetable peel

48 resultados

Modificar búsqueda Búsquedas recientes Guardar búsqueda/alerta

Filtros aplicados

Revisión de literatura

Mostrar resultados fuera de la suscripción de mi biblioteca.

Ordenar por

Relevancia

Limitar a

Texto completo

Artículos evaluados por expertos

Seleccionar 1-20



1



Revista científica

Synthesis of activated carbon from food waste

Kosheleva, Ramonna I; Mitropoulos, Athanasios C; Kyzas, George Z. *Environmental Chemistry Letters*; Dordrecht Tomo 17, N.º 1, (Mar 2019): 429-438. ...carbon is a material for many **adsorption**...

Resumen/detalles Texto completo - PDF (1 MB) Citado por (5) Referencias (74)

Texto completo

Mostrar resumen

2



Revista científica

Fractional and structural characterization of lignin and its modification as biosorbents for efficient removal of chromium from wastewater: a review

Wang, Bing; Yong-Chang, Sun; Sun, Run-Cang. *Journal of Leather Science and Engineering*; Singapore Tomo 1, N.º 1, (Dec 2019): 1-25. ...high **adsorption** capacities are developed from lignocellulosic wastes. Lignin... were served as an advanced novel material for the metal ions and dye **adsorption**... **adsorption** capacity, easy recover, and possibility of metal recovery. In this...

Resumen/detalles Texto completo - PDF (2 MB) Referencias (251)

Texto completo

Mostrar resumen



adsorption a heavy metals × Todos los índices ▼ Buscar 🔍 [» Nueva búsqueda](#)

Añadir un campo + 🕒 Historico de búsqueda

Resultados: 20

Ordenar por Publicación - Más nuevos primero ▼

Página 1 de 2 ▶

#18 adsorption a heavy metals

Filtros seleccionados LIMPIAR

- Año de publicación: 2020 ×
- Año de publicación: 2017 ×
- Año de publicación: 2019 ×
- Año de publicación: 2016 ×

Filtros

Seleccionar esta página Imprimir | Enviar por correo-e | Exportar | Compartir ▼

0 items seleccionados ▼

1. ESTUDIO CINÉTICO DE LA ADSORCIÓN DE IONES NÍQUEL (II) EN SERRÍN DE CEDRO (CEDRELA ODORATA) 📄 📱 📧 📧 📧

Prieto García, Julio Omar; Pérez Leyva, Ariel; Curbelo Sánchez, Alfredo E.; Enriquez García, Mixary.
Centro Azúcar Dic 2020, Volumen 47 Nº 4 Páginas 57 - 68

Resumen: > ES > EN | Texto: ES EN

2. Zeolite-SPION Nanocomposite for Ammonium and Heavy Metals Removal from Wastewater 📄 📱 📧 📧 📧

Nogueira, Helton P.; Toma, Sergio H.; Silveira Jr., Alceu T.; Araki, Kolti.



Búsqueda **Discovery Service para Universidad Cesar Vallejo**

Universidad Cesar Vallejo

Palabra clave ▼ × Buscar ?

[Búsqueda básica](#) [Búsqueda avanzada](#) [Historial de búsqueda](#) ▶

Depurar los resultados

Búsqueda actual ▼

Buscar todos mis términos de búsqueda:

BIOADSORCION Y HEAVY METALS

Ampliadores

Buscar también dentro del texto completo de los artículos ×

Aplicar materias equivalentes ×

Limitar a ▼

Texto completo

Resultados de la búsqueda: 1 a 20 de 229

Relevancia ▼ Opciones de página ▼ Compartir ▼

1. Breakthrough and thermodynamic adsorption of Cr (VI) y Ni (II) bioadsorption in continuous system. 📄 📱



Publicación académica

Curva de ruptura y termodinámica de la **bioadsorción** de Cr (VI) y Ni (II) en sistema continuo. By: Tejada-Tovar, C.; Newball-López, L. C.; Cardona-Lara, C. E. *Scientia et Technica*. mar2021, Vol. 26 Issue 1, p72-81. 10p. DOI: 10.22517/23447214.23341. , Base de datos: [Academic Search Complete](#)

The removal of **heavy metals** present in water is an issue of environmental interest, due to bioaccumulation, biomagnification and the carcinogenic and mutagenic effects on living beings. The objec...

Materias: HEXAVALENT chromium; RESPONSE surfaces (Statistics); **HEAVY metals**; ADSORPTION; CONDITIONED response; HYDROXYL group; LEAD removal (Water purification); CHROMIUM removal (Water purification)

[Texto completo en PDF](#) (2MB)

2. Bioadsorption of Cu²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺ and Pb²⁺ using an activated sludge process. 📄 📱



Bioadsorción de Cu²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺ y Pb²⁺ empleando un proceso de lodo activado. By: Dueñas-Moreno, C. Jaime; Fuentes, Jessica Pérez-Regalado; Menéndez-Gutiérrez Carlos; Pereda-Reyes, Ileana. *Tecnología Química* 2018. Vol. 38 Issue 3. n732-749. 18n. 8 Charts. 6 Graphs. Base de datos: