



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Eficiencia del Carbón Activado de Semilla de Huarango  
(*Prosopis Pallida*) para la Adsorción de Plomo (Pb),  
Chimbote-2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL

**AUTORA:**

Milla Flores, Yassmelin Katherine (ORCID: 0000-0001-5930-9772)

**ASESOR:**

Dr.Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad Y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A dios por ser guía, fortaleza y brindarme salud para continuar día tras día.

A mi querida familia, por su acompañamiento, apoyo incondicional y por ser pilar e impulso en mi desarrollo personal y profesional.

A mis amigos por su motivación y perseverancia para la culminación de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ingeniero Químico Daniel Sánchez, por ser guía y apoyo en la parte experimental de mi tesis y a la UNS por las facilidades que me brindo para la habilitación del laboratorio de Química Inorgánica.

A mi asesor de tesis Dr. Fernando Sernaque por su asesoría en la elaboración de mis tesis y finalmente, a la UCV por el programa para lograr el título profesional.

## Índice de Contenido

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	19
3.1.1 Tipo de Investigación.....	19
3.1.2 Diseño de Investigación .....	19
3.2 Variables y Operacionalización .....	19
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	20
3.3.1 Población.....	20
3.3.2 Muestra .....	20
3.3.3 Muestreo .....	21
3.3.4 Unidad de Análisis.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimiento .....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	30
3.7 Aspectos éticos .....	30
IV. RESULTADOS .....	31
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Precursores de Origen Vegetal de carbones activado .....	13
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) .....	16
<b>Tabla 3.</b> Estándares de calidad ambiental para el agua .....	18
<b>Tabla 4.</b> Equipos de Laboratorio de Química Inorgánica.....	23
<b>Tabla 5.</b> Dosificaciones requeridas para la elaboración de concentraciones de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .....	27
<b>Tabla 6.</b> Parámetros de activación de la semilla de Huarango.....	28
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la caracterización del Material Precursor - Semilla de Huarango .....	31
<b>Tabla 8.</b> Concentración final de Pb a diferentes dosis de carbón activado .....	32
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza de los promedios de remoción de Plomo con relación a la Concentración del Ácido Fosfórico y la dosis de carbón activado.....	33
<b>Tabla 10.</b> Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de Plomo, con relación a los 8 niveles del factor Dosis de Carbón Activado.....	34
<b>Tabla 11.</b> Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de Plomo, con relación a los 2 niveles del factor Concentración del Ácido Fosfórico.....	35
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de Plomo, con las interacciones entre Dosis del Carbón activado y ácido fosfórico .....	36

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Métodos de Activación de elaboración de Carbón Activado .....	14
<b>Figura 2.</b> Árbol de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote .....	16
<b>Figura 3.</b> Fruto o vaina de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) .....	16
<b>Figura 4.</b> Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) .....	17
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo de Elaboración de Carbón Activado.....	29
<b>Figura 6.</b> Comparación de la caracterización de la semilla de Huarango con otros autores .....	32
<b>Figura 7.</b> Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de Plomo con relación a los diferentes niveles de Dosis de Carbón Activado .....	34
<b>Figura 8.</b> Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de plomo con relación a los diferentes niveles de Concentración de Ácido fosfórico.....	35
<b>Figura 9.</b> Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de plomo con relación a las interacciones entre la dosis de Carbón activado y la concentración de ácido fosfórico .....	37

## **Anexos**

**Anexo 1.** Operacionalización de Variables

**Anexo 2.** Matriz de operacionalización

**Anexo 3.** Validación de Instrumentos

**Anexo 4.** Informe de laboratorio de las características de la semilla de Huarango (*Prosopis Pallida* )

**Anexo 5.** Informe de laboratorio de concentración final de Plomo (Pb)

**Anexo 6.** Proceso de elaboración del Carbón Activado en Laboratorio (Registro fotográfico)

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad adsorber el metal pesado (Plomo), utilizando carbón activado a partir de semillas de huarango (*Prosopis Pallida*). La metodología consistió en elaborar el carbón activado por activación química utilizando como agente precursor (semillas de huarango) y como agente activante (ácido fosfórico -  $H_3PO_4$ ), finalmente se determinó la concentración y eficiencia de remoción del metal pesado. Se realizó una muestra de plomo a nivel de laboratorio donde se evaluaron parámetros como: dosis de carbón activado y concentración del ácido fosfórico; para el tiempo de carbonización se trabajó con 2 h y 3 h; para la concentración de ácido fosfórico (10 %, 15%) y se trabajó con un pH ácido de 3, estos datos se tomaron de referencia para la investigación. Se utilizó prueba ANOVA y Tukey. Para ambos tratamientos de trabajo con una concentración inicial de 150 mg /L, con diferentes dosis de CA (2.5,5,7.5,10,12.5,15,17.5,20) pero a diferente concentración de ácido fosfórico. Para el primer tratamiento se obtuvo una concentración final de 17.71 mg/L de (Pb) logrando un porcentaje de remoción de 89.92% (Pb) y para el segundo tratamiento se obtuvo una concentración de 13.19 mg/L (Pb) logrando un porcentaje de remoción de 91.43%.

**Palabras Claves:** Carbón Activado, Adsorción, Agente Activante y Metal pesado.



## Abstract

The present research aims to adsorb the heavy metal (Lead), using activated carbon from huarango seeds (*Prosopis pallida*). The methodology consisted of elaborating the activated carbon by chemical activation using as a precursor agent (huarango seeds) and as an activating agent (phosphoric acid -  $H_3PO_4$ ), finally the concentration and efficiency of removal of the heavy metal was determined. A lead sample was carried out at the laboratory level where parameters such as: activated carbon dose and phosphoric acid concentration were evaluated; for the carbonization time we worked with 2 h and 3 h; for phosphoric acid concentration (10%, 15%) and worked with an acidic pH of 3, these data were taken as a reference for research. ANOVA and Tukey tests were used. For both working treatments with an initial concentration of 150 mg / L, with different doses of AC (2.5,5,7.5,10,12.5,15,17.5,20) but at different concentration of phosphoric acid. For the first treatment a final concentration of 17.71 mg / L of (Pb) was obtained achieving a percentage of removal of 89.92% (Pb) and for the second treatment a concentration of 13.19 mg / L (Pb) was obtained achieving a percentage of removal of 91.43%.

**Keywords:** Activated Carbon, Adsorption, Activating Agent and Heavy Metal.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la contaminación por metales pesados a los recursos hídricos, suelo y aire; reflejan un problema que abarca la salud pública a nivel global, regional, local y a la seguridad alimentaria (Bravo y Sulca, 2019). La exposición prolongada de los individuos frente a concentraciones de metales como el mercurio, plomo y arsénico, traen efectos negativos a la salud del hombre, daño a la flora, fauna y al medioambiente, haciendo que estas sustancias tóxicas se bioacumulen en el cuerpo humano. Estos metales son persistentes en el medio porque no se degradan por procesos biológicos (Chávez, 2017).

Según (DIGESA, 2014), está comprobado que la exposición prolongada de pequeñas dosis de plomo superior a 5 mg/dl trae como consecuencia, hipertensión, trastorno de reproducción, daño renal y disfunción cognitiva. Asimismo, el límite máximo permisible para parámetros químicos inorgánicos como el plomo es de 0.010 mg/L y según (ECA, 2017) es 0.05 mg/L, es decir esta contaminación se deriva de las actividades minero metalúrgicas, industrias, crecimiento y por agentes reconocidos a nivel nacional, tenemos el mercurio, plomo, arsénico, cobre, magnesio, manganeso.

Según los autores (Correa Cuba, Fuentes Bernedo y Coral Surco, 2021), señalan que los metales pesados tienen diversos medios de transporte como el suelo, la atmósfera y el agua. De esta manera las cuencas hídricas son las que reciben los vertimientos antrópicos, haciendo que los metales pesados se depositen en fuentes como ríos y lagunas, convirtiéndose en un medio de transporte; como consecuencia, alterando sus propiedades físicas-químicas, volviéndose un peligro para la población y el medioambiente. Por ello, el monitoreo de contaminantes en agua, flora y fauna debería ser una prioridad de estudio Ambiental.

En la provincia de Chimbote, ubicada dentro de la región Ancash, las aguas del río son utilizadas tanto para consumo humano, ganadero y agricultura. Sin embargo, por falta de cultura ambiental se está produciendo la contaminación del agua; arrojando residuos, aguas

servidas, residuos de fertilizantes al río, provocando que esta fuente se contamine con metales pesados, de modo que causa daño a la salud de la población, flora, fauna y los peces presentes en el río. Cabe señalar lo que hace a los metales pesados tóxicos no son sus propiedades básicas, sino las concentraciones en las que se presenta, y más aún, las especies en las que se presenta. Es preciso mencionar que los organismos necesitan (en pequeñas concentraciones) algunos de estos elementos para funcionar correctamente.

Según ANA (2018), el río Lacramarca fue declarado como inadecuado para el regadío y la crianza de animales e indican que no alcanzaron los parámetros (físico-químicos y biológicos) establecidos por el Estándar de Calidad del Agua. Por otro lado, se precisó que el afluente está contaminado como consecuencia de: la minería ilegal, uso indiscriminado de insecticida y pesticidas, vertimiento de efluentes industriales y doméstico.

A partir de la problemática observada y descrita, se planteó la siguiente formulación del problema: ¿Cuál será la eficiencia del Carbón Activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote- 2022? y a continuación los problemas específicos: ¿Cuáles serán los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022?

¿Cuál será la influencia de la dosis de carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022? ¿Cuál será la influencia de la concentración del Ácido Fosfórico en el carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022?

La presente investigación se justifica teóricamente puesto que pretende demostrar la eficacia del carbón activado de semilla Huarango para la adsorción de plomo; de igual manera, busca incentivar el desarrollo de nuevas investigaciones relacionadas a la elaboración de carbón activado, aprovechando la materia prima que posee nuestro país y el aporte de nuevas investigaciones con nuevas especies. Finalmente, se justifica

prácticamente puesto que se realizará a nivel de laboratorio experimentalmente (pre - post tratamiento) y los resultados obtenidos en la investigación serán base de referencia para próximas investigaciones sobre la elaboración de carbón activado para la adsorción de otros metales pesados.

También, se planteó el objetivo general: Evaluar la eficiencia del Carbón Activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote-2022. Asimismo, se elaboró los objetivos específicos: Determinar los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022. Determinar la dosis optima de carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022. Determinar la concentración de ácido fosfórico en el carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022.

Finalmente, la hipótesis general que se plantea es la siguiente: El Carbón Activado a partir de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) es eficiente para la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote-2022. Además, se planteó las hipótesis específicas: Los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) influirán eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022. La dosis de carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) influirá eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022. La concentración de ácido fosfórico en la elaboración del carbón activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) influirá eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022.

## II. MARCO TEÓRICO

**Aguirre (2017)**, estudió sobre la adsorción de Pb y As empleando CA de semilla de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*). Primero elaboró el CA por el método de activación química, utilizando como agente precursor la semilla de (*Eucalyptus Globulus*) y por otro lado el agente activante, el Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ) para adsorber Pb, de la misma forma el Cloruro Férrico ( $FeCl_3$ ) para el As; y así estudiando su eficacia de adsorción de metales pesado en soluciones acuosas. La metodología consistió en activar las semillas de (*Eucalyptus Globulus*) con Ácido Fosfórico y Cloruro Férrico a un tiempo de impregnación de 24h, a una  $T^\circ$   $500^\circ C$  por un periodo de 1 hora. Para la parte experimental se utilizó el método experimental al azar (ANOVA). Se realizaron los experimentos usando 2 gr de CA con 500 ml de muestra de Pb y As por un tiempo de 2h y 300 rpm. Se logró obtener como resultado CA con alta eficiencia de adsorción; remoción en un porcentaje de 98.7% para el Plomo y por otro lado un 70,3% para el Arsénico en soluciones de metales pesados por un periodo de agitación entre 75 y 120 minutos, con un pH entre 4,97-5,6. Finalmente se concluye que el CA de semilla de eucalipto es eficiente en la adsorción de metales pesados.

En la investigación de **Rosales y Quevedo (2019)**, estudiaron la adsorción con CA de semilla de Aguaje (*Mauritia flexuosa*) para adsorber Pb y Cr. Utilizaron como agente precursor la semilla de Aguaje y como agente activante el Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ). Después se realizaron las mezclas correspondientes entre el agente precursor y el activante, adicionándose 100 ml de agua desionizada por 24h, trasladándose a una estufa por un periodo de 3h a  $110^\circ C$ . Posteriormente se calcino a  $600^\circ C$  por 1h, para luego lavar con agua desionizada al carbón activado hasta lograr un pH cerca de 5 y luego ser llevado nuevamente a una estufa a  $110^\circ$  por 3h. Por último, el CA paso por un proceso de molienda y tamizado de malla N° 80, este proceso fue aplicado a diferentes masas de CA de semilla de aguaje: 0, 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 y 1.5gr, se consideró

una muestra inicial de 0 gr en una muestra de agua contaminada de 500 ml, para así finalmente determinar el porcentaje de remoción de los metales pesados en cada muestra. Se obtuvo resultados favorables para la adsorción de Pb y Cr, determinando que la masa óptima para remover Pb y Cr fue de 0,5 gr, logrando alcanzar un porcentaje de 80,22% de remoción. Concluyéndose finalmente que la dosis óptima para remover Pb fue de 1,5 gr alcanzando un 97,14% de eficiencia, mientras que la dosis óptima para remover Cr fue de 0,25 gr alcanzando un 72% de eficiencia.

**Según Salazar y Leyva (2016)**, en su artículo biosorbente con alta capacidad de adsorción modificado químicamente con aserrín de pino blanco (*Pinus Durangensis*) en la adsorción de Pb(II) de soluciones acuosas. El aserrín de Pino Blanco (*Pinus Durangensis*) fue transformado químicamente mediante un proceso hidrotermal utilizando ácidos cítricos, malónicos y tartárico. La capacidad de adsorción del aserrín transformado químicamente hacia el Pb(II) aumento cuantiosamente debido a la inserción de grupos carboxílicos en la superficie de aserrín modificado y su eficiencia de adsorción dependía de los grupos carboxílicos. El área del aserrín natural era ácida mientras que el área del aserrín modificado se tornó más ácida luego de su modificación. A una temperatura de 25°C y con un pH 5, la máxima capacidad de adsorción del aserrín modificado para la remoción de Pb (II) fue de 304 mg/g, siendo extremadamente alta a comparación del aserrín natural. La capacidad de adsorción del aserrín modificado se redujo formidablemente de 304 a 154 mg/g al disminuir el pH de 5 a 3 a causa de interacciones electrostáticas. La capacidad de adsorción del Pb en aserrín modificado fue reversible a un pH 2 pero no a un pH 5. Los resultados del porcentaje de participación del intercambio iónico a la capacidad de adsorción general oscilaron de 70 a 99% y de 10 a 66% con un pH inicial de 3 y 5 proporcionalmente. Concluyendo que la remoción de Pb (II) en aserrín modificado fue precisamente por el intercambio iónico de un pH3 y 5.

En el artículo de **Yadav, Singh y Sinha (2014)**, titulado “Carbonización química de semillas de papaya para la sorción de Pb a partir de una

solución de metales pesados”. La adsorción de este metal depende significativamente de la concentración inicial, el pH, tiempo, dosis óptima del CA y por último el tamaño de la partícula. Se utilizaron las isothermas de Freundlich, Langmuir y Temkin para representar los datos estadísticos de adsorción. El mecanismo de adsorción se estudió mediante (FTIR) que permite identificar materiales orgánicos e inorgánicos en determinadas muestras sólidas y líquidas por transmisión espectroscópica, también se estudió el análisis de (SEM) para la obtención de imágenes de la superficie de la muestra con alta resolución, antes y después de la adsorción del Pb. PSC2 se regeneró utilizando HCl (0,2 M) como eluyente y se reutilizó durante cuatro ciclos de adsorción-desorción. Los resultados obtenidos se ajustaron al método de adsorción de Langmuir, alcanzando valores máximos de sorción de 188,6 y 238,09 mg/g de PSC1 y PSC2, en un tiempo de 2 h. La remoción de Pb aumentó con la ampliación del tiempo de contacto, dosis de adsorbente siendo inversa para la concentración Inicial de Pb. Los parámetros termodinámicos mostraron que el proceso es espontáneo, factible y endotérmico. Finalmente se concluye que el porcentaje de sorción fue del 98.5% utilizando HCl 02, M como reactivo de elución en efluentes industriales con Pb, utilizando carbón activado de semilla de papaya.

**Onwu y Ogah (2010)**, en su artículo titulado “Investigaciones sobre el impacto del pH en la sorción de cadmio, níquel, plomo y cromo a partir de soluciones acuosas por cáscara de caimito blanco africano (*Chrysophyllum albidium*)”. Investigaron sobre el potencial de un residuo agrícola para adsorber metales pesados. Se comprobó que el proceso de adsorción es extremadamente alto, dependiendo del pH y los resultados obtenidos indican que el pH óptimo para la adsorción del Cadmio y Níquel fue de 6.0 mientras que para el Plomo (II) fue de 7.0. En cuanto a los porcentajes máximos de remoción fueron de 64.69 - 76.88% para el Cd (II), 61,04 - 72,28% para el Ni (II) y 55.60 - 67,44 para el Pb (II) . En cambio, para los adsorbentes UAWA y MAWA, el Cr (VI) presentó un pH diferente, obteniendo un pH de 2.0 para ambos adsorbentes. Los resultados de las remociones máximas registradas fueron de 69 y 74.40%

para ambos absorbentes. Por lo tanto, se puede concluir que el caimito africano sin modificar y modificado químicamente son óptimos adsorbentes para estos iones de metales pesados (Cr, Cd, Ni y Pb) de soluciones acuosas.

Según **Espinoza, Hidalgo, Delgado, Olvera y Bernal (2020)**, en su artículo “Adsorción de Cd y Pb con Hueso de Nanche (*Byrsonima crassifolia*) presentes en una solución acuosa”, consideraron el hueso de nanche como un residuo con potencial adsorbente. En su metodología se realizaron pruebas de: Obtención de los sitios activos, punto de carga cero ( $Ph_{Pzc}$ ) mediante el Método de Boehm y Fourier (FTIR) y los modelos matemáticos de adsorción -isotermas de Langmuir, Freundlich y Prausnitz- Radke. Los resultados del pH ( $Ph_{Pzc}$ ) del hueso de (*Byrsonima crassifolia*) se encontraban en un rango ácido de pH 6, y por otro lado la concentración de áreas ácidas y básicas fueron de 0.1037 y 0.046 mol/gr. Al mismo tiempo los resultados de adsorción mostraron que la eficiencia de adsorción de Cd y Pb, fue debido al aumento del pH. Para el Pb, se logró un porcentaje de remoción de 82% a un pH 5; mientras que para el Cd se logró un 84% de remoción a un pH 8. Se obtiene que la isoterma de Langmuir, se ajusta a las variaciones del pH. Llegando a la conclusión de que el pH y las áreas funcionales ácidas son determinantes en la adsorción de metales de Plomo y Cadmio, además de considerar al residuo de nanche (agente precursor) una alternativa económica y viable para la remoción de metales pesados en soluciones acuosas.

Según los autores **Sun Kou, Obregón, Pinedo, Paredes y Aylas (2014)**, en su investigación “Adsorción de metales pesados con CA de Semillas de Aguaje (*Mauritia flexuosa*)”. En su metodología uso como agente precursor, la semilla de Aguaje y como agente activante, el ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) en concentraciones de: 0,75 - 1,0 gr  $H_3PO_4$ / gr precursor. Para el análisis del Carbón activado se utilizaron los siguientes métodos: Adsorción de Nitrógeno, Análisis de Rayos X dispersivo (EDX) y Titulación Boehm. Se utilizaron los Carbones activados de semilla de Aguaje en los tres metales Pb, Cd y Cr. Se logró obtener una capacidad de adsorción



sumamente eficiente con el CA 0,75- 600 a un pH de 4 y 5 obteniendo los siguientes valores: 26,5 mg/g para el cadmio, 74,8 mg/g para el plomo, y 18,8 mg/g para el cromo-. De acuerdo a los resultados obtenidos se estableció para la elaboración de carbón activado de semilla de Aguaje, los siguientes elementos serán determinantes en la caracterización: La temperatura y razón de Impregnación. Finalmente se concluye que para la adsorción de metales de Cadmio, Cromo y Plomo los parámetros influyentes son: porosidad del Carbón activado, acidez superficial y el pH de la solución.

**Machacuay, S. (2020)** realizó una investigación sobre la eficacia del carbón activado de semillas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la adsorción de Pb (II). Parte de su metodología fue tomar muestras y analizarlas en laboratorios acreditados, obteniendo como resultado concentraciones de Pb excediendo los LMP's. Para la producción del CA se utilizó semillas de eucalipto en diferentes dosis: 1,1.5 y 3 gr; Temperatura de:10,15 y 30 °C y con un tiempo de contacto: 1h, 1h y 30 m y 2 h con 500 ml de solución a través de la prueba de jarras para la obtención de dosis ideal de carbón activado. Logrando resultados idóneos de remoción de 95,79% para una dosis de 1gr, 96,84% para una dosis de 1,5 gr y finalmente 90,53% para una dosis de 3 gr correspondientemente. Se realizaron los modelos de isotermas de adsorción, demostrando que la isoterma de Lagmuir fue el más favorable en la adsorción del Pb. Concluyéndose que el carbón activado en base a semilla de eucalipto es eficiente en la adsorción de metales pesados además de implementarse como una tecnología sostenible y viable para el tratamiento de los efluentes mineros.

Según los autores **Apaza, Condori y Duchén (2018)** en su estudio "Obtención de CA activado químicamente utilizando cascarilla de arroz (*oryza sativa*) para la adsorción de Plomo y Arsénico. Se realizó mediante activación química con (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) porque proporcional altos rendimientos y se desarrollan a bajas temperaturas, requiriéndose menor tiempo de activación y desarrollando un grado alto de porosidad. Se dividió la fase experimental en tres etapas: lavado de cascarilla de arroz, activación

química y carbonización. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y texturales de la muestra según normas (ASTM), a partir de ensayos de humedad, % de cenizas, densidad aparente, solubilidad, número de yodo, pH, tamaño de partícula y evaluación de rendimiento. Se realizaron las lecturas de remoción de Pb con el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica (SHIMADZU AA-6300), demostrándose la disminución instantánea de las concentraciones del metal y para remoción de Arsénico se usó el kit de As (MQuant Arsenic Test). Los resultados obtenidos alcanzaron un rendimiento de 72.92%. Concluyendo con un porcentaje de remoción de 84.67% en la primera y 83.44 en la segunda para el Plomo y con remoción de 88.33% para el Arsénico.

Según **Peláez, Romero, Herrera, Bautista y Coreno (2020)**, en su artículo “CA de semilla de Zapote Negro (*Diospyros digyna*) para eliminación de metales pesados y colorantes textiles”. El agente precursor fue la semilla de zapote Negro y el agente activante Ácido Fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) por un periodo de 3 días y carbonizado por 3 h en una mufla a T° de 673 y 873 K. Los CA obtenidos se denominaron CAZN400 y CAZN600, posteriormente se lavó seguidamente con agua y secado en una estufa a 393 K por un día, pasando por un proceso de molienda en un mortero y tamizado con tamaños de 0,25 y 0,421 mm. Finalmente, fue secado por 4 horas a una T° de 393 K y almacenado en un deshidratador. Se diseñaron isotermas de adsorción de Langmuir, analizándose mediante (FTIR), Adsorción de Nitrógeno y Microscopía electrónica de barrido (SEM), con punto de carga cero de 2,1 para CarZN600 y 2,3 para carZN400. Obteniéndose resultados de porcentaje de remoción de 37,9 % para el CAZN400 y 24.5 % para CAXZN600, mostrando que en aguas residuales la absorción en CarZN400 es 26.1 mg/gr<sup>-1</sup> y en CarZN600 es 30.2 mg/gr<sup>-1</sup>, eliminándose entre el 94 y 100% de metales pesados, comprobándose que el pH y porosidad es un parámetro determinante en la adsorción. Concluyendo que el Zapote Negro es eficiente en la elaboración de CA para la eliminación de metales como Cr, Cu, Fe, Pb y tintes textiles, mejorando la calidad de los efluentes de la industria minera. Según **Largitte y Lodewyckx (2014)**, estudiaron los efectos de la

temperatura del CA de semilla de Bois carré sobre la adsorción de Pb. Para elaborar el CA utilizaron 10 gr de agente precursor (04 -1,0 mm) en 30 gr de agente activante de Ácido Fosfórico al 30% por 68 h, obteniendo una impregnación de 0,9 (Solvente). Posteriormente la mezcla se calentó a 450° (velocidad de 10°C/min) por 2 h en una atmosfera de nitrógeno (60 mL/min). Luego se enfría a temperatura ambiente y se enjuaga con agua destilada, finalmente se seca a 105°C por 2 días. La isoterma de adsorción utilizado en esta investigación se ajustó a la ecuación de Freundlinch (considera la variación en la energía de adsorción de los sitios durante el proceso de adsorción). Las ecuaciones a aplicarse fueron: pseudo segundo orden para los datos cinéticos a diferentes temperaturas para obtener las constantes de velocidad de adsorción; ecuación de Arrhenius para obtener los datos de energía de activación de sorción y factor preexponencial ( $37 \text{ kJ mol}^{-1}$  y  $6.1 \times 10^3 \text{ mol}^{-1}\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ; La ecuación Eyring para los parámetros de activación termodinámica; el método de Niwas para obtener las constantes de equilibrio. Luego la ecuación de Van't Hoff a las contantes para determinar la entalpia estándar, siendo  $-53.2\text{kJmol}^{-1}$ . Los resultados indican, cuando la temperatura aumenta los sitios activos del CA se vuelven más reactivos, favoreciendo la sorción igual a  $37.9 \text{ kJmol}^{-1}$  Concluyéndose que el CA puede utilizarse eficientemente en aguas contaminadas por metales pesados.

Según **Sheikh, Khan, Sami y Cheng (2021)**, en su artículo “Aplicación de Semillas de Allium Ceba para la adsorción de Cr, Cd, Zn, Cu y Pb de una solución acuosa”. Recolectaron las semillas, lavaron con agua destilada y secaron por 10 días, luego paso al horno a 100°C por 1h, homogeneizándose, usando un mortero y tamizándose hasta obtener un tamaño promedio de 350 um. Se utilizó una solución de 50 ml. Los parámetros fueron: pH inicial (2-10), tiempo de contacto (15-190 min), concentración inicial(50-200mg/L) y dosis (1-5 g/L). Los experimentos se realizaron mediante un agitador convencional a 150 rpm, seguido de un espectrofotómetro de absorción atómica (AAS) para la medición de concentración de iones metálicos; ambos experimentos se realizaron por

triplicado. Se utilizó ATR-FTIR para los grupos funcionales, afirmando la presencia de OH superficial y Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) para la morfología de la superficie, demostrando que el biosorbente posee una gran área de adsorción (poros-superficie). Se obtuvo como resultados: eliminación de Cr(VI) 15%, Cd(II)80%, Zn(II)33%, Cu(II)87.32% y Pb(II)88% a un pH 7; tiempo de adsorción de equilibrio y máxima eficacia : 90 min con un 99 % para Cd, Cu y Pb, 120 min con 59% para Cr y 34% para Zn, con 4 g/L de CA en 50 mg/L. Concluyendo que la concentración máxima de adsorción fue de 1.75 mg/g para el Pb y demostrando que esta semilla tiene un potencial adsorbente para contaminantes de efluentes, además de ser rentable y viable para el ambiente.

Según (Bastidas et al. 2010a) define que el Carbón Activado, es un adsorbente que tiene origen de los materiales con propiedades carbonosas, caracterizados por tener una alta superficie interna, diversidad de grupos funcionales y una adecuada repartición de poros, permitiéndole capturar variedad de moléculas. La elaboración de este adsorbente se realiza mediante el proceso de activación física o química.

Según Loannidou y Zabaniotou (2007), la elaboración de carbón activado está determinada por la disponibilidad y propiedades de las materias primas, como la porosidad, dureza, contenido de ceniza, contenido de carbono y rendimiento durante su proceso para ser carbón. Entre estas que se pueden destacar el uso de diferentes materias primas para su preparación como: el lignito, carbón, madera endocarpio, semillas y hueso de frutas presentan buenas propiedades Bastidas et al. (2010b)

Asimismo (Ayodele et al. 2021) indica que el carbón activado es utilizado en procesos de purificación de agua, control de emisiones, recuperación de solvente, decoloración, eliminación de olores, remoción de metales pesados y además de otros procesos; llegando a la conclusión que el CA es el mayor adsorbente utilizado en la industria y medicina. Este adsorbente está elaborado por diferentes materias primas, previamente con un método de activación de adsorción para llegar a ser CA.

Apaza y Condori (2018) indican que la estructura química del CA es en promedio de 70 a un 80% de C, el 5 al 10% de cenizas, 60% de O<sub>2</sub> y 0,5% en H. Por otro lado, Grisales y Rojas (2016), señalan que el carbón activado posee una estructura microcristalina, que da lugar a una repartición de tamaño de poros determinados, del cual se distingue 3 tipos según su radio: ( $r > 25$  nm) para Macroporos, ( $25 > r > 1$  nm) para Mesoporos y un radio de ( $r < 1$  nm) para Microporos.

(Menéndez Diaz 2008; Azabache 2019), señalan que el carbón activado de acuerdo a su tamaño de partícula se clasifica en: Carbón Activado Granular que tienen tamaños entre 1 y 5 mm, mientras que el carbón activado en Polvo, tiene tamaños menores a 100  $\mu$ m y su tamaño varía entre 15 y 25  $\mu$ m. Además, el CAG se dividen en dos clases: El CA con forma que se obtienen por extrusión del CAP luego de ser mezclado con aglomerantes, mientras que el CA sin forma se obtiene mediante molienda y tamizado, clasificando de los trozos más grandes.

Según Plaza Recobert (2015), actualmente los agentes precursores que se usan para la elaboración de CA son los residuos agroindustriales y agrícolas. La calidad final del CA va depender del tipo de agente precursor y del rendimiento del precursor. De esta manera un agente precursor con un alto contenido de carbono y bajo en cenizas es un absorbente ideal, muy aparte otro aspecto que se debe considerar es la disponibilidad y el precio.

**Tabla 1. Precursores de Origen Vegetal de carbones activado**

<b>Residuos Agroindustriales y Agrícolas</b>	
<b>Pepas de frutas</b>	Palta, Durazno, Aceituna, Ciruela, Cereza, Mango
<b>Cáscaras de frutos</b>	Coco, Nueces, Almendra, avellana,
<b>Cáscaras blandas</b>	Granada, Plátano, Naranja, Mandarina, Sandía, Palta
<b>Semillas</b>	Palma, Colza, Naranja, Guayaba, Eucalipto, Linaza, Uva, Aguaje, Manzana, Pera, Tomate.
<b>Residuo de madera y Agrario</b>	
<b>Madera</b>	Residuos de madera de arboles (Pino, Palma, Eucalipto, Acacia) y aserrín.
<b>Talluelos y Hojas</b>	Guanábana, Higo, Bagazo de caña de azúcar, Maíz, Algodón, Vid, Trigo, Girasol.
<b>Residuos Municipales e Industriales</b>	
<b>Residuo Inorgánico</b>	Lodos Activos Depuradoras, Cenizas de carbón
<b>Residuo Orgánico</b>	Papel, Cartón, Plásticos, Neumático, Breas, Curtido de pieles.

Fuente: Plaza Recobert (2015)

Los CA se vienen elaborando desde tiempo anteriores y existen diferentes procesos para su preparación. Actualmente se han establecido dos formas de activación en la producción de CA: Activación física y química.

Según Ospina, Buitrago y López (2014) indican que la activación física, requiere de dos caminos, primero la pirolisis y segundo su activación en una atmosfera con presencia de gases oxidantes como: CO<sub>2</sub>, vapor de agua, A temperatura entre 600°C y 1000°C para la adsorción de carbono de la estructura y mejorar la creación de poros en la superficie del carbón.

Azabache (2019) expresa de otra forma, la activación física consiste en reaccionar el agente activante con precursor originando un carbonizado selectivo y aumentando su porosidad. El agente activante puede ser: Vapor de agua, Oxígeno, Aire y CO<sub>2</sub>. Primero los agentes precursores son carbonizados y luego activados, involucra dos procesos: Pirolisis (Carbonización) y Etapa de Carbonización.

Ospina et al. (2014) señala que la activación química consta de un camino, donde se utilizan agentes activantes: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, KOH ó K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> para la modificación de la carbonización. Después de impregnarse con los activantes es carbonizado a T° entre 400° y 900°C. Puesto que este método produce un alto grado de porosidad a diferencia de la activación física. Por otro lado, Azabache (2019) recalca que en la activación química se agrega al agente precursor un agente activante antes de su carbonización para disminuir el material volátil y aumentar su rendimiento de carbono. Este proceso se emplea directamente a la materia prima a comparación de la activación física, que requiere carbonizarse previa a su carbonización. Para Grisales y Rojas (2016), se mezcla el agente precursor con un agente activante químico como: Ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y Cloruro de cinc (ZnCl<sub>2</sub>), a una T° entre 500-900°C (a temperatura alta mayor activación). Terminado el procedimiento se enfría y lava el carbón para la neutralización del pH. Finalmente se filtra el CA y se seca para su utilización.

La siguiente figura muestra las dos metodologías de Activación:



**Figura 1.** Métodos de Activación de elaboración de Carbón Activado  
Fuente: Elaboración Propia

Actualmente los principales usos del *Prosopis Pallida* van desde el uso de leña doméstico, elaboración de carbón para fines productivos y como fuente seca de alimento para el ganado. (Depenthal y Yoder 2018)

Huarango (*Prosopis spp.*), es una especie de árboles de la familia leguminosas, nativo de las regiones áridas y semiáridas de Asia, África y América. Tiene hojas como acacia y pequeñas flores amarillas con espinas. La mayoría son espinosas y tienen vainas largas entre negras y amarillas. (Silva y Grimaldo, 2018).

El Huarango (*Prosopis pallida*), es un árbol que mide aproximadamente entre 3 a 10 m de elevación y 30 a 65 cm de ancho, tiene forma erguida vertical, frondoso, con hojas que miden de 6 - 12 cm de longitud y presentan de 2 - 3 nódulos. El peciolo (rabillo) aproximadamente tiene entre 11 - 30 mm de largo. Con folíolos de 3 a 6 cm de longitud, y presentan de 12 a 15 pares de pinnas. Estos miden entre 7 - 12 mm de longitud por 3 a 4 mm de ancho y tienen forma ovalada, reticular y nervada. Tienen flores amarillas con racimos de 6 a 17 cm de longitud, con corola de 3 a 3,2 mm; cáliz de 1 a 1,2 mm de longitud; estilo de 2 a 2,5 mm de largo; estambre de 4 a 5,5 mm de longitud; ovario de 1,5 - 1,8 mm de longitud. Con un pedicelo de 5 - 30 mm de largo. Por cada inflorescencia se forman de 2 a 3 frutos. El fruto de huarango es muy dulce que mide de 16 a 25 cm de longitud por 8 a 15 mm de diámetro y tiene de 4 a 9 mm de espesor, ligeramente curvado o derecho, comprimido de color amarillo, con una punta de 6 a 21 mm de longitud, curvada y sin pelos (Glabro). Las semillas del huarango son alargadas desde 6,5 mm de longitud hasta 5 mm de ancho. Al norte del País los árboles de *Prosopis Pallida* poseen espinas y con hojas crespadas. (Indecopi 2019).



**Tabla 2.** Taxonomía de Huarango (*Prosopis Pallida*).

Taxonomía del Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> )	
<b>Dominio</b>	Eucariota
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Clase</b>	Dicoliledónea
	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia</b>	Mimosoideae
<b>Género</b>	Prosopis
<b>Especies</b>	Prosopis pallida

Fuente: Silva y Grimaldo (2018)



**Figura 2.** Árbol de Huarango (*Prosopis Pallida*) de la UNS  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 3.** Fruto o vaina de Huarango (*Prosopis Pallida*)  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4.** Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)

Fuente: Elaboración Propia

Los metales pesados son elementos químicos de importante uso en el mundo industrial, sin embargo, para el ambiente son muy tóxicos y tienen la capacidad de persistir en el medioambiente, se bioacumulan, se biotransforman, estos suelen localizarse en el ambiente por largo tiempo, ya que la degradación de forma natural es difícil. Son empleados en procedimientos de industrias y algunos de ellos son cobre, plomo, cadmio, mercurio estos son ofensivos aun siendo mínimas las concentraciones (Rodríguez Heredia 2017)

El plomo, elemento químico de la tabla periódica, designado con el símbolo Pb, es un metal gris azulado, blando, maleable y resistente a la corrosión con una densidad de  $11,3 \text{ g/cm}^3$ , que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre como el agua, aire y el suelo. (Azcona, Ramírez y Vicente, 2015).

La presencia de este metal trae efectos a los órganos, tejidos y sistema, siendo proporcional a la cantidad ingerida en el organismo. Generalmente los niños son los que absorben una mayor cantidad de plomo puesto que están en proceso de desarrollo y por algunas características patológicas y fisiológicas a diferencia de los adultos mayores. Los niveles de plomo en la sangre deben mantenerse por debajo de  $10 \text{ ug/dl}$ . (Poma 2008)

Para Rodríguez Heredia (2017), el plomo ingresa al organismo a través de alimentos contaminados e inhalación de vapores. La exposición al plomo puede afectar a la hemoglobina, articulaciones, función renal y principalmente al sistema nervioso. Cuando existe una intoxicación aguda, se presenta dolores abdominales, vómitos y convulsiones, mientras que en una intoxicación crónica presenta debilidad muscular, fatiga, nefritis, cólicos, alteración hepática e incluso pérdida de memoria. Según el MINAM (2019), el estándar de calidad Ambiental ECA es un instrumento de gestión ambiental, se utiliza con la finalidad de medir el estado de la calidad del medioambiente en el territorio nacional. Es decir, establecen el nivel de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgo para la salud y el ambiente.

**Tabla 3.** Estándares de calidad ambiental para el agua

<b>Categoría 1: Poblacional y Recreacional</b>			
<b>Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
		<b>Contacto primario</b>	<b>Contacto secundario</b>
<b>Inorgánico</b>			
Plomo	mg/L	0.01	**

<b>Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>D1: Riego de vegetales</b>	<b>D2: Bebida de animales</b>
		<b>Agua para riego no restringido</b>	<b>Agua para riego restringido</b>
			<b>Bebidas de Animales</b>
<b>Inorgánicos</b>			
Plomo	mg/L	0.05	0.05

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

##### **3.1.1 Tipo de Investigación**

La siguiente investigación es de tipo aplicada porque está orientado a solucionar un problema. Lozada (2014), señala que el estudio aplicado indaga en la obtención de información con aplicación inmediata en los problemas de la población, fundamentándose en la investigación básica, desde la noción de la idea hasta alcanzar el beneficio o solución del problema. De igual manera, Abarza (2012), expresa que el estudio aplicado es la remediación práctica y sencilla de los problemas, es decir acciones concretas ante un problema.

##### **3.1.2 Diseño de Investigación**

La siguiente investigación está basada en un diseño experimental, porque pretende determinar la eficiencia del carbón activado de semilla de Huarango en la remoción de plomo. Se realizó la elaboración, tratamiento y análisis de las muestras correspondientes (antes y después) a nivel de laboratorio. Se manipularon las variables de estudio para medir su causa-efecto. Para Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), el diseño experimental es propio de la investigación cuantitativa, por tal razón se analiza y manipulan intencionalmente una o más variables independientes, y en consecuencia se observa los efectos de una variable sobre otra dependiente.

#### **3.2 Variables y Operacionalización**

Núñez y Flores (2007), señalan a la variable como eso que se estudia, mide y controla en una investigación, que tiene diferentes valores, siendo cuantitativos o cualitativos, conceptual u operacional. Bermello (2017), señala que la operacionalización de variables es un proceso de guiar una variable de un nivel abstracto a concreto. Asimismo, (Avalos, 2014) y (Espinoza, 2019), nos dice que la operacionalización de variables se consigue cuando se fragmentan las variables en dimensiones y posteriormente en indicadores para

observación y medición. A través de la operacionalización se delimitan los elementos que se van a registrar, conocer, registrar y cuantificar con el fin de obtener las conclusiones.

En la presente investigación se presentan las siguientes variables en la operacionalización de variables y Matriz de consistencia (Anexo 1 y 2)

- Variable Independiente: Carbón Activado de Semilla de Huarango (*Prosopis Padilla*)
- Variable Dependiente: Adsorción de Plomo (Pb)

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población:**

La población del presente estudio estuvo conformada por las vainas de Huarango recolectadas de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Según Arias, Villasís y Miranda (2016), señalan que la población es un conjunto de asuntos, concreto y accesible que cumplen con una serie de criterios establecidos. Cuando se hace mención a la población de estudio, este término hace referencia a los seres humanos, y también abarca muestras biológicas, animales, hospitales, expedientes, familias, objetos, etc.

#### **3.3.2 Muestra**

La muestra del presente estudio estuvo conformada por 500 gr de Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*). Se caracterizó la muestra de investigación en laboratorio y posterior a ellos se utilizó en los tratamientos de adsorción de plomo.

Así también se elaboró una solución de Plomo (500 ml), que se utilizó en el tratamiento. Para (Hernández y Carpio 2019) la muestra es una porción distintiva de la población, formado por unidades muestrales, que vienen a ser los objetos de estudio.

### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo utilizado en la presente investigación, fue el muestreo probabilístico aleatorio simple, se recogieron muestras del mismo lugar (homogéneas), al azar y con las mismas características para ser comparadas con otras investigaciones. Es decir, el muestreo tiene como finalidad establecer parte de la población que se va investigar (Hernández y Carpio, 2019). Asimismo (Arias et al, 2016) indica que el muestro es la forma mediante el cual se examinará a la muestra característica de la población, facilitando los datos relevantes para la investigación.

### **3.3.4 Unidad de Análisis**

La unidad de Análisis del estudio de investigación fueron los tratamientos con diferentes dosis (2.5,5,7.5,10,12.5,15,17.5 y 20) en 100 ml de solución de plomo. La unidad de análisis es el objeto o centro de estudio de quien se produce datos o información para el análisis del estudio (Arias, 2021)

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1 Técnicas:**

- Ensayos en laboratorio de la UNS: Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se visitó la Universidad Nacional del Santa para la recolección de las semillas en diferentes puntos de la universidad. Las soluciones preparadas a diferentes concentraciones y volúmenes en el laboratorio se realizaron por métodos volumétricos. Se conocen las concentraciones iniciales de plomo.
- Análisis por Laboratorio Acreditado: Para los análisis de concentración de Plomo, estas se realizaron en el Laboratorio acreditado COLECBI SAC, donde el método usado fue EPA Method 200.7 Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in wáter and wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry 1994.

### **3.4.2 Instrumento de Recolección de Datos:**

Para la recolección de datos se consideró:

- Informe del Laboratorio: Este reporte sirvió para evaluar los resultados obtenidos de los tratamientos para la adsorción de plomo

### **3.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos**

- Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por tres especialistas de profesión (Anexo 3).
- Para la presente investigación se utilizó equipos de laboratorio para el proceso experimental, se muestra en la siguiente tabla y se detalla el nombre del equipo, marca y en que etapa se utilizó.

### **3.4.4 Confiabilidad**

La confiabilidad se define como el grado de confianza, con el que se aceptan los resultados obtenidos por el investigador basado en los procedimientos utilizados para realizar su estudio. (Briones,2017). Para la confiabilidad de los resultados obtenidos se comprobó mediante un informe del laboratorio COLECBI SAC, Acreditado. (Anexo 4 y 5)

**Tabla 4.** Equipos de Laboratorio de Química Inorgánica

EQUIPOS DE LABORATORIO			
INSTRUMENTO	MARCA	DEFINICIÓN	ETAPA
<b>BALANZA ANALITICA</b>	EQUIPMEN T – PW 254	Instrumento para la precisión de las mediciones, empleado en la medición de masas muy pequeñas, precisamente las que están por debajo del mg.	Se utilizó para el pesado de las dosis de las semillas de huarango y para el nitrato de plomo.
<b>AGITADOR MAGNETICO</b>	NAHITA- STIRRER 680-8	Es un dispositivo electrónico que utiliza un campo magnético para la mezcla automatizada de solventes y solutos.	Se utilizó con barras magnéticas para mezclar las semillas de Huarango con el agente activante y finalmente para mezclar el carbón obtenido para su posterior lectura.
<b>SENSOR DE pH METRO</b>	SPARKvue - PASCO	Instrumento que determina la acidez o basicidad de una solución acuosa.	Se utilizó para medir el pH de la muestra.
<b>HORNO DE LABORATORIO</b>	IMPERIAL V – LABORATO RY OVEN/ LAB-LINE 3486	Equipo de laboratorio usado para esterilizar materiales, deshidratar reactivos y secar instrumentos.	Se utilizó para el secado de las semillas, para la obtención de la humedad y para la carbonización del material.

Fuente: Elaboración Propia



## MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

### **Materiales**

- 1 Probeta de 100 ml
- 1 Vaso de precipitado 100 ml
- 2 Vasos de precipitado de 400 ml
- 2 Vasos de precipitado de 500 ml
- 2 Embudos de vidrio
- 2 Matraz de Erlenmeyer
- 2 Pissetas
- 1 Papel filtro
- 1 Papel Aluminio
- 1 Varilla de vidrio
- 2 Lunas de Reloj
- 2 Soporte universal
- 1 Paquete Bolsas Herméticas
- 2 Guantes de Látex
- Semillas de Huarango

### **Reactivos**

- Agua destilada
- Acido Fosfórico  $\text{H}_3\text{PO}_4$  al 85%
- Nitrato de Plomo  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

### **Equipos**

- 1 balanza de precisión
- 1 Agitador magnético
- 2 barras magnéticas de agitación
- 1 Horno Eléctrico

### 3.5 Procedimientos:

#### 3.5.1 Identificación y caracterización del Precursor:

Se caracterizo las semillas de huarango antes de iniciar con la elaboración del carbón Activado, para conocer sus propiedades. Se utilizaron los siguientes métodos por duplicado uno a nivel de laboratorio acreditado y otro en un ensayo de laboratorio de química inorgánica.

##### a. Humedad:

Se peso un aproximado de 50 gr de la semilla de Huarango. Se introdujo al horno a 120 °C por 3 horas. Culminado el tiempo se retiró del horno y se pesó nuevamente. El porcentaje de humedad se determinó mediante la siguiente formula:

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso Inicial}(gr) - \text{Peso Seco}(gr)}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

##### b. Ceniza/Material Volátil:

Aproximadamente 45.28 gr de muestra seca se pesó en un crisol previamente pesado. Se calcinó la muestra a 300°C por un periodo de dos horas. Luego de la calcinación, se dejó enfriar el crisol y se pesa. El porcentaje de cenizas y material volátil se calculó mediante la siguiente formula:

$$\%Ceniza = \frac{\text{Peso de ceniza}(gr)}{\text{Peso de la muestra seca}(gr)} \times 100$$

$$\%Material Volátil$$

$$= \frac{\text{Peso seco} - \text{Peso de no volatiles}(gr)}{\text{Peso de la muestra seca}(gr)} \times 100$$

##### c. Carbono Fijo:

Para calcular el carbón fijo se utilizó la siguiente ecuación:

$$CF = 100 - CENIZAS - MATERIAL VOLÁTIL$$

### 3.5.2 Procedimiento para elaboración del carbón activado:

Para la elaboración del carbón activado se evaluaron parámetros como, concentración del Ácido Fosfórico (10% y 15%), temperatura de activación (200 y 300°C), tiempo de activación (3 horas y 2 horas), a continuación, se muestra el procedimiento.

#### 3.5.2.1 Recolección del Agente Precursor - Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)

- Se recolecto 5 kg de vainas de Huarango de la Universidad Nacional del Santa – Nuevo Chimbote.
- Se pelaron las vainas de Huarango para obtener 1 kg de semillas y se procedió a secar por 7 días al sol.

#### 3.5.2.2 Elaboración del Agente Activante (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) a diferentes concentraciones

- Se prepararon soluciones de ácido fosfórico (agente activante) a concentraciones de 10% y 15%. Se utilizo ácido fosfórico concentrado al 85%.
- Se preparo 100 ml de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> a diferentes concentraciones a partir de la siguiente formula:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Dónde:

C1: concentración de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (%)

V1: volumen de ácido fosfórico al 85% en (ml)

C2: Concentración que se va obtener (10 y 15) en (%)

V2: volumen que se preparó (ml)

- Aplicando la fórmula, para la primera concentración del 10% se retiró 11.76 ml del frasco de ácido fosfórico al 85% y se llevó a un matraz de Erlenmeyer aforándola a 100 ml con agua destilada, y asimismo se realizó el mismo proceso para la otra concentración mostrada en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Dosificaciones requeridas para la elaboración de concentraciones de  $H_3PO_4$

Dosificaciones para la elaboración de diferentes concentraciones de $H_3PO_4$		
Concentración de $H_3PO_4$	Volumen a retirar de $H_3PO_4$ al 85% (ml)	Volumen de agua destilada (ml)
10%	11.76	88.24
15%	17.65	82.35

Fuente: Elaboración propia

### **2.5.2.3 Activación Química de la Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)**

#### **a) Proceso de impregnación con Agente Activante ( $H_3PO_4$ )**

- Se peso 100 gr de semillas de Huarango en una balanza de precisión marca Ohaus Scut pro SP401(400G) y se mezcló con 100 mL de solución de  $H_3PO_4$  con concentraciones de 10% y 15% en un matraz de Erlenmeyer de 250 ml.
- Se agito la muestra en un agitador magnético por un periodo de 24 horas a temperatura ambiente. Por último, se llevó la muestra a una estufa, a una temperatura de 120°C por un periodo de 3 horas, posteriormente se determinó la humedad.

#### **b) Proceso de Activación Química de las semillas de Huarango (*Prosopis Pallida*)**

- Se colocó 100 gr de cada muestra ya impregnada y secada. A una temperatura de 200°C y 300°C a diferentes tiempos de carbonización (2 horas y 3 horas). Se lavo el carbón activado obtenido con agua destilada hasta obtener un pH 3.
- Se secó el carbón obtenido por un periodo de 24 horas en una estufa a una T° de 60°. Finalmente se almacenó el carbón activado para los tratamientos a realizar.

**Tabla 6.** Parámetros de activación de la semilla de Huarango

Parámetros de Activación				
Concentración de Ácido Fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) %	Tiempo de carbonización (Horas)	Temperatura de carbonización (°C)	pH	Dosis de CA (gr)
10%	2	200	3.1	2.5 -20
15%	3	300	3.2	gr

Fuente: Elaboración Propia

#### **2.5.2.4 Capacidad de adsorción del Carbón activado de semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)**

- Se determinó la capacidad de adsorción del carbón utilizando una muestra con concentraciones de Pb<sup>+2</sup>

##### **A. Preparación en laboratorio de la solución de Pb<sup>+2</sup>**

- Se preparó una solución de Pb<sup>+2</sup> a una concentración de 150 ppm (mg/L) con nitrato de plomo (Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). Los tratamientos fueron llevados a laboratorio para la lectura del plomo.

Para determinar la capacidad de adsorción se utilizó la siguiente formula:

$$qc = \frac{(Co - Cf)}{M} \times V$$

**Donde:**

qc: Capacidad de adsorción en mg de Pb/ gr de carbón activado

Co: Concentración inicial en mg/L

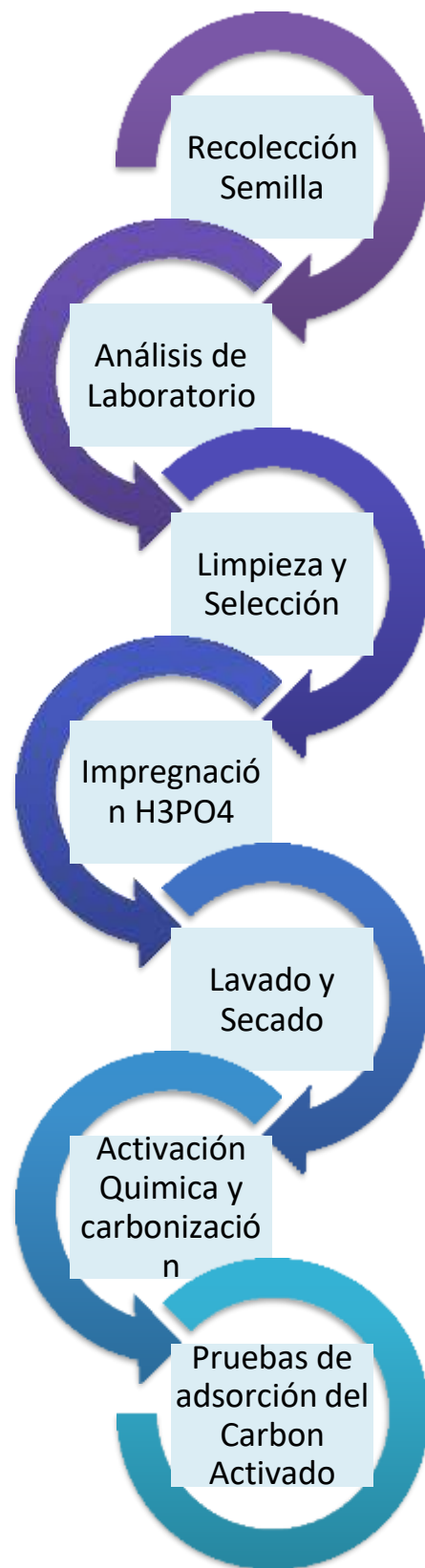
Cf: Concentración final en mg/L

V: Volumen de la muestra (L)

M: Masa del material adsorbente (gr)

Para determinar el porcentaje de Remoción de utilizará la siguiente formula:

$$\%Remocion = \frac{(Co - Cf)}{Co} \times 100$$



**Figura 5.** Diagrama de flujo de Elaboración de Carbón Activado.  
Fuente: Elaboración Propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para el procesamiento de datos y la verificación de la varianza en las medias de los resultados obtenidos se aplicó la prueba de ANOVA y para la segunda y tercera hipótesis se realizaron las pruebas de comparación múltiples de Tukey para determinar la influencia de la variable en la remoción del plomo. Finalmente, para la interpretación de gráficos y tablas se utilizó el Programa Excel 2016.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se realizó cumpliendo los principios establecidos en el código de ética en investigación de la UCV, respetando la Norma ISO 690 y las guías de elaboración de investigación para lograr un estudio de conformidad. Se priorizaron los criterios de autenticidad, honestidad científica y responsabilidad durante el proceso de investigación. Esta investigación al ser experimental, determinó la eficiencia de CA de Semilla de Huarango (*Prosopis Padilla*) para la adsorción de Plomo (Pb) mediante análisis, procesos y resultados, que serán de acceso público mediante el repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

## IV. RESULTADOS

Para la presentación de los resultados de la siguiente investigación se utilizaron tablas y gráficos. A continuación, se presentarán los resultados de la caracterización del material precursor (Humedad, Material Volátil, Cenizas y carbón fijo) y los resultados de la adsorción de metales pesados por el laboratorio COLECBI S.A.C.

### 4.1 RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA SEMILLA DE HUARANGO (*PROSOPIS PALLIDA*):

La lectura de las características del material precursor Humedad y Cenizas se llevaron al laboratorio COLECBI S.A.C, donde utilizaron la metodología UNE 640151971 Y UNE 640191971.

**Tabla 7.** Resultados de la caracterización del Material Precursor-  
Semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)

Análisis	Humedad %	Material Volátil %	Cenizas %	Carbón fijo %	Rendimiento%
Análisis 1 UNS	9.44%	89.58%	3.12%	7.3%	90.56%
Análisis 2 COLECBI	12,5 %	85.71%	3.14%	11.28%	87.5%
<b>TOTAL</b>	<b>10.97</b>	<b>87.645</b>	<b>3.13</b>	<b>9.28</b>	<b>89.03</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis de la caracterización de las semillas de Huarango (*Prosopis Pallida*), muestran un promedio de contenido de humedad 10.97%, material volátil 87.645%, cenizas 3.13 %, carbón fijo 9.28% y Rendimiento 89.03%. La elaboración de carbón activado debe utilizar un material orgánico que contenga alto contenido de carbón fijo, material volátil y que tenga bajo contenido de cenizas. Para fines de la investigación se caracterizó la semilla de huarango obteniendo los resultados promedio mostrado en la Figura 6 y se hizo una comparación con otros autores, demostrando que presentan buenas propiedades para la activación.



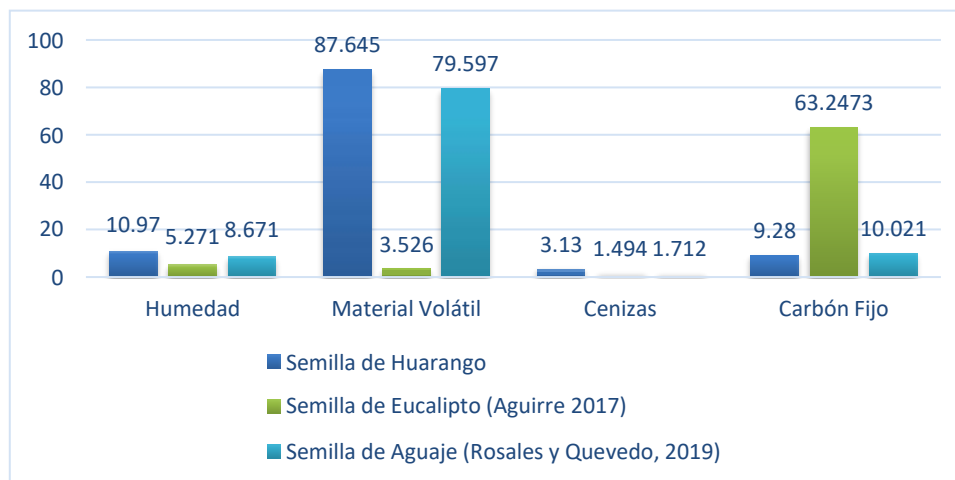


Figura 6. Comparación de la caracterización de la semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) con otros autores

Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.2 Resultados de concentración Inicial y Final del Plomo

Los resultados de la concentración final de plomo fueron realizados en el Laboratorio COLECBI SAC. Por el método EPA Method 200.7 Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry 1994.

**Tabla 8.** Concentración final de Pb a diferentes dosis de carbón activado

Concentración Inicial (mg/l)	Dosis (g)	Concentración Final I 10%	%Remoción	Concentración Final II 15%	%Remoción
150 mg/L	2.5	127.891	14.74%	132.473	11.68%
	5	108.571	27.62%	115.802	22.80%
	7.5	95.342	36.44%	99.512	33.66%
	10	77.841	48.11%	78.710	47.53%
	12.5	61.026	59.32%	66.799	55.47%
	15	47.132	68.58%	50.211	66.53%
	17.5	28.113	81.26%	31.742	78.84%
	20	17.7065	88.20%	13.1943	91.20%

Fuente: *Elaboración Propia*

En la siguiente tabla se observa los valores de las concentraciones del Plomo, dosis del adsorbente y la concentración de los dos tratamientos. Para una concentración de 20 gr, el porcentaje de remoción es de 88.20% para el T1 y un 91.20% de remoción para T2. Es decir, a menor concentración, menor adsorción del metal. Se puede notar que se alcanzó una remoción mínima del 14.74% a concentraciones de 2.5 gr de carbón.

#### 4.3 RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES DE REMOCION DE PLOMO.

**Tabla 9.** Análisis de varianza de los promedios de remoción de Plomo con relación a la Concentración del Ácido Fosfórico y la dosis de carbón activado.

Origen	SC	G.L	CM	F	Valor P
<b>F1: Dosis (g)</b>	40350.2	7	5764.32	2762.41	<b>0,000 (*)</b>
<b>F2: Conc. Ácido</b>	10.1	1	10.13	4.85	<b>0,032 (*)</b>
<b>F1 * F2</b>	465.0	7	66.42	31.83	<b>0,000 (*)</b>
<b>Residuos</b>	100.2	48	2.09		
Total	40925.5	63			

(\*): La prueba resultó ser significativa ( $p < 0.05$ )

(n.s): La prueba resultó ser no significativa

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de P del análisis de varianza, prueban la significancia estadística de cada uno de los factores y del efecto interactivo. Según la tabla 9, podemos señalar que el factor dosis de Carbón activado y el factor Concentración de ácido fosfórico tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de Plomo ( $p < 0.05$ ). El efecto interactivo entre los 2 factores tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de Plomo ( $p < 0.05$ ).

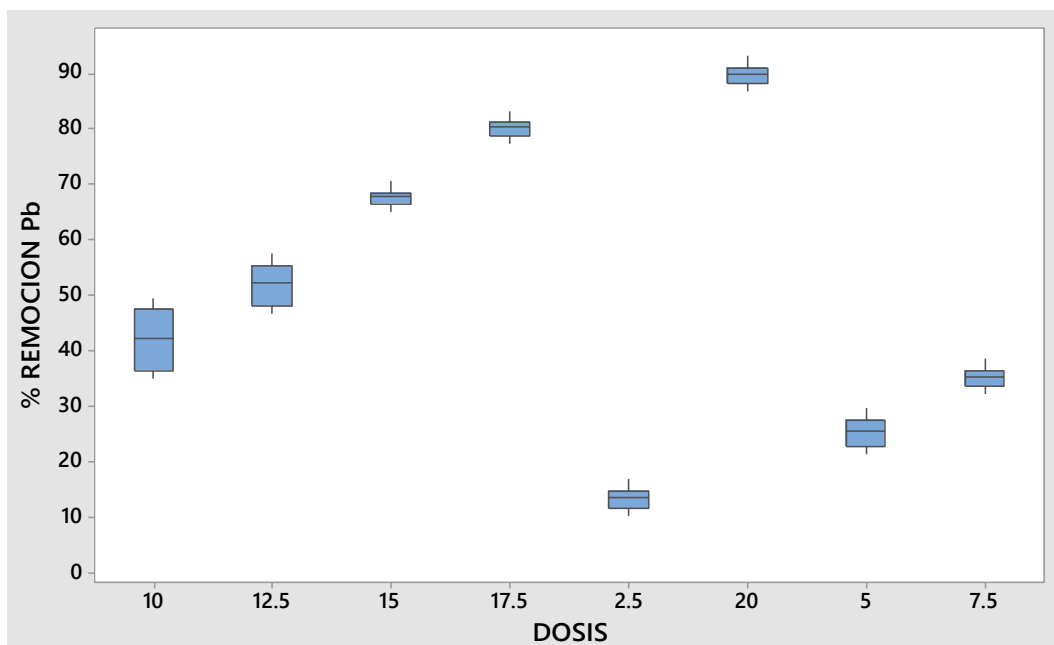
Por lo tanto, los dos factores Dosis de Carbón Activado y Concentración ácido fosfórico resultan ser significativos, es decir, existe una diferencia entre el efecto de sus niveles. A partir de ello se procedió a determinar cuál es el mejor nivel, aplicando la prueba Post ANOVA denominada Comparaciones Múltiples de Tukey, en la cual se obtuvo los siguientes resultados

**Tabla 10.** Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de Plomo, con relación a los 8 niveles del factor Dosis de Carbón Activado.

Dosis (g)	N	Media	Significancia
2.5	8	13.43	****
5	8	25.44	****
7.5	8	35.28	****
10	8	42.21	****
12.5	8	52.04	****
15	8	67.68	****
17.5	8	80.28	****
20	8	89.92	****

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 10 podemos observar las comparaciones múltiples de Tukey para comprobar que niveles son significativamente diferentes de otras. Como se puede apreciar en la tabla se confirma la existencia de diferencia significativa entre los 8 niveles de Dosis de Carbón activado con un nivel de confianza del 95 %. Además, debemos se puede señalar que con el valor de 20 g Carbón activado se logró un mayor porcentaje de remoción de Plomo (89.92 %). Gráficamente podemos observar este comportamiento.



**Figura 7.** Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de Plomo con relación a los diferentes niveles de Dosis de CA

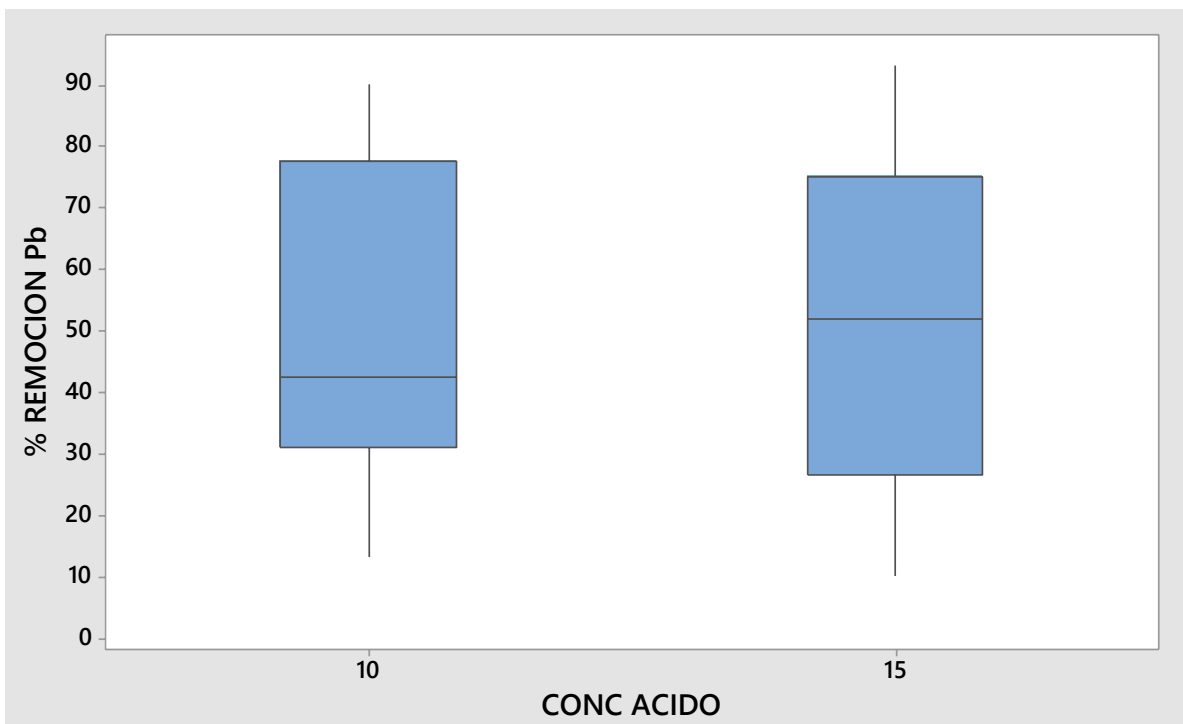
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11.** Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de Plomo, con relación a los 2 niveles del factor Concentración del Ácido Fosfórico.

Concentración Ácido (%)	N	Media	Significancia
15	32	51.20	****
10	32	50.40	****

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la tabla 11, nos demuestran que si existe diferencias significativas entre los niveles del factor Concentración ácido fosfórico. Además, debemos señalar que con la Concentración de ácido Fosfórico del 15% se ha originado la mayor remoción de Plomo promedio (51.20%). Gráficamente podemos observar este comportamiento.



**Figura 8.** Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de plomo con relación a los diferentes niveles de Concentración de Ácido fosfórico.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12.** Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de Plomo, con las interacciones entre Dosis del Carbón activado y ácido fosfórico.

Dosis (g)	Conc. Ácido (%)	Media	Significancia
20	15	91.43	****
20	10	88.42	****
17.5	10	81.49	****
17.5	15	79.07	****
15	10	68.81	****
15	15	66.75	****
12.5	15	55.75	****
12.5	10	48.33	****
10	15	47.76	****
10	10	36.67	****
7.5	10	36.67	****
7.5	15	33.89	****
5	10	27.85	****
5	15	23.03	****
2.5	10	14.97	****
2.5	15	11.90	****

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla nos indica la existencia de diferencias significativas entre la combinación de los diferentes niveles de los factores Dosis de carbón activado y Concentración de Ácido Fosfórico. Debemos señalar que el promedio más alto de remoción de Plomo (91.43 %) se alcanzó con una dosis de carbón activado de 20 g y con una concentración de 15% de ácido fosfórico, y el valor más bajo de 11.90% con una dosis de 2.5 g de Carbón Activado y a una concentración de 15% de ácido fosfórico. Gráficamente también podemos observar este comportamiento:

*Figura 9.* Gráfico de caja y bigote para la evaluación del porcentaje de remoción de plomo con relación a las interacciones entre la dosis de Carbón activado y la concentración de ácido fosfórico.  
*Fuente: Elaboración Propia*

## V. DISCUSIÓN

Según los resultados mostrados en el capítulo anterior, se puede afirmar que uno de los puntos importantes para el proceso de elaboración del carbón activado es la caracterización del material precursor (materia prima). Según nuestro resultado obtenido, se muestra que las semillas de huarango (*Prosopis Pallida*) obtuvieron una humedad de 10.97%, material volátil 87.645%, cenizas 3.13 %, carbón fijo 9.28% y rendimiento de 89.03% Estos resultados son comparables con los obtenidos por Aguirre (2017), quien obtuvo en su caracterización una humedad de 5,271%, material volátil 3.526, cenizas 1.494% y carbono fijo 63.2473.4% para la semilla de eucalipto (*Eucaliptus Globulus*). y con Rosales y Quevedo (2019), quienes obtuvieron un contenido de humedad de 8.6710%, material volátil 79.597%, cenizas 1.7120 y carbono fijo 10.021 para la semilla de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y finalmente con Apaza, Condori y Duchén (2018), quienes obtuvieron un contenido de humedad de 2.50%, cenizas 14,80%, material volátil 1.04 y rendimiento de 72.92% para la cascarilla de arroz (*oryza sativa*). Según el estudio de Plaza Recobert (2015), señala que la calidad del CA y su rendimiento dependen en gran medida del tipo de agente precursor, es así que este material debe tener un contenido elevado en carbono y bajo en cenizas, considerándolo un precursor idóneo, debido a que favorece el desarrollo de estructuras porosas. Se afirma entonces, que el carbón activado de nuestro estudio, semillas de huarango presentan las características idóneas, resultando adecuado para el estudio debido a sus propiedades como el bajo contenido de cenizas, alto contenido de volátiles y carbón fijo. Por otro lado (Pérez, Luna, Filippín y Pozzi, 2017), indican que el carbón fijo es la parte de la muestra que no es volátil y se obtiene mediante una diferencia conociendo los valores de humedad, cenizas y materiales volátiles.

En el tratamiento experimental realizado se observó una mayor adsorción de plomo a una mayor concentración de ácido fosfórico, es decir al 15% y a una concentración inicial alta de 150 mg/L y con una dosis de adsorbente de 20 gr, logrando un porcentaje de remoción de 91.43% alcanzando una concentración

final de 13.19 mg/l de Plomo. Comparado con la investigación de Aguirre (2017), quien utilizó en su proceso de activación Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ) y como material precursor semilla de Eucalipto, a un tiempo de 24 horas,  $T^\circ$  de 500 por una hora, obtuvo un porcentaje de remoción de del 98.7% para plomo. En cambio, en el estudio de (Rosales y Quevedo, 2019), quienes utilizaron semillas de aguaje, lograron remover un 97.14% trabajando con una concentración inicial de 2.43 mg/L con una masa de carbón activado de 1.5 gr alcanzando una concentración de 0.0695 mg/L.

En el artículo desarrollado por (Yadav, Sing y Sinha, 2014), utilizaron semillas de papaya logró un 98.5% de remoción de Pb utilizando HCl como agente activante a una concentración inicial de 100 mg/L,  $T^\circ$  de 300  $^\circ C$ , es decir, el porcentaje de remoción aumenta con el tiempo de contacto. Así también (Sun Kou, obregón, Pinedo y Aylas, 2014), quienes utilizaron semilla de Aguaje y Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ) en concentraciones de: 0,75 - 1,0 gr  $H_3PO_4$  / gr precursor, obteniendo valores máximos de adsorción de 74.8 mg/g para el plomo, estableciendo que para la adsorción de plomo los parámetros influyentes son: porosidad y pH de la solución. Finalmente, para (Sheikh, Khan, Sami y Cheng, 2021), en su estudio semillas de Allium, utilizaron agente activante - Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ), considero parámetros como el pH inicial de 2-10 tiempo de contacto (15-190 min), concentración inicial (50-200 mg/L) y dosis de 1-5 g/L. Obteniendo como resultados la remoción de 88% de Plomo a un pH 7. Se puede observar que el material precursor utilizado en el estudio es eficiente para la remoción de plomo en grandes concentraciones.



## VI. CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización a la semilla de Huarango para evaluar los parámetros ideales en la elaboración del carbón activado, resultando adecuado para nuestro estudio, debido a sus propiedades como bajo contenido de cenizas (3.13%), alto contenido de material volátil (89.03) y carbón fijo, este carbón se utilizó para la remoción del metal pesado (Plomo)
- Se obtuvo carbón activado a partir de semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*) por medio de activación química con  $H_3PO_4$  a concentraciones de 10% y 15%, utilizándose para la adsorción de Plomo en una solución de agua con metal pesado.
- 
- El carbón activado obtenido a partir de semilla de Huarango, presentó un promedio alto de remoción de plomo (91,43%) con una dosis de 20 gr y con una concentración de 15% de ácido fosfórico, y el valor más bajo de 11.90% con una dosis de 2.5 gr de carbón activado a una concentración de 15% de ácido fosfórico.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de viabilidad para la obtención de carbón activado. Para medir si es viable, primero se tiene que realizar la caracterización a las especies de semillas naturales que se pretendan estudiar (otros materiales precursores), dependiendo de su disponibilidad en su lugar de origen, para ver si cumplen con los parámetros de elaboración de carbón activado y así empezar la investigación sin limitaciones para su elaboración y evaluar su eficiencia en otros tratamientos.
- En el presente estudio se realizó tratamientos para la adsorción de Plomo en una Solución. Así mismo también se recomienda realizar estudios de desorción del metal pesado (Pb) de manera que se determine la posibilidad de reutilización del carbón activado y también estudiar otros usos que se le pueden realizar al carbón activado.
- Trabajar con diferentes dosis de carbón activado para encontrar la masa óptima de adsorción y medir su eficiencia en el tratamiento.
- Realizar un análisis con muestras procedentes de efluentes mineros, por su alto contenido de metales pesados como Mercurio, Plomo, Arsénico y Cromo.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABARZA, F., 2012. Investigación aplicada vs investigación pura (básica). Abarza [en línea]. [Consulta: 20 febrero de 2022 2022]. Disponible en <https://abarza.wordpress.com/2012/07/01/investigacion-aplicada-vs- investigacion-pura-basica/>.
2. Aguirre, Nathaly. 2017. Adsorción de metales pesados (Pb y As) con carbón activado a partir de semillas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Repositorio Insitucional Universidad Nacional del Altiplano, Puno [En línea] 28 de 12 de 2017. [Consultado el 31 de 01 de 2022.] <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7397>
3. ANA, 2018. Conservación de las cuencas del Río Lacramarca y Quebrada Cascajal. En línea. Autoridad Nacional del Agua. [consultado el 28/01/2022]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/noticia/ana-promueve-la-conservacion-de-las-cuencas-del-rio-lacramarca-y- quebrada-cascajal>.
4. Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel, Miranda Novales, María Guadalupe, 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, vol. 63, no. 2, pp. 201-206. ISSN 2448-9190, 0002-5151. DOI 10.29262/ram.v63i2.181.
5. Apaza Ramos, E., Condori Rojas, M. y Duchén Uriarte, E.P. 2018. Obtención de carbón activado a partir de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) modificado químicamente para la remoción de plomo y arsénico presentes en el agua [en línea]. Tesis. [Consultado el 23 febrero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/20991>.
6. Avalos Jacobo, V. H. (2014). Texto: el método científico aplicado en la elaboración de tesis para optar el título profesional de ingeniero químico. Informe Final. Resolución de aprobación N° 136 -2014-R. Bellavista: Universidad Nacional del Callao.
7. Ayodele, O., Adekunle, A., Adesina, A., Pourianejad, S., Zentner, A. y Dornack, C., 2021. Stabilization of anaerobic co-digestion of biowaste using activated carbon of coffee ground biomass. *Bioresource Technology*, vol. 319, pp. 124247. ISSN 0960-8524. DOI

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124247>.

8. Azabache Liza, Yrwin Francisco. Efecto del carbón activado, obtenido experimentalmente a partir de cáscara de café (*Coffea Arábica L.*), en la adsorción de metales pesados, en aguas del acuífero del distrito de Yantaló, Moyobamba, 2017. *Repositorio unsm* [en línea]. 2019 consultado el 23 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3500/INF.%20INVEST.-2017-Yrwin-Francisco-AzabacheLiza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Azcona-Cruz, María Isabel, Ramírez y Ayala, Ribani, Vicente-Flores, Gabriela Efectos tóxicos del plomo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas* [en línea]. 2015, 20(1), 72-77[fecha de Consulta 8 de Marzo de 2022]. ISSN: 1665--7330. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47345916012>
10. Bastidas, M., Buelvas, L., Márquez, M. y Rodríguez, K., 2010. Producción de Carbón Activado a partir de Precursores Carbonosos del Departamento del Cesar, Colombia. *Información tecnológica*, vol. 21, pp. 87-96. ISSN 0718-0764.
11. Bermello, R. (2017). Las variables de un estudio (documento de trabajo). Recuperado de <https://mmujica.files.wordpress.com/2007/03/material-2-de-in>
12. Briones (2017). Metodología de Investigación. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-confiabilidad-en>
13. Correa Cuba, O., Fuentes Bernedo, F.E. y Coral Surco, R.G., 2021. Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray - Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú* vol. 87, pp. 26-38. ISSN 1810-634X.
14. Chávez-Gómez, L., Cabello-López, N., Alejandro, Gopar-Nieto, Aguilar-Madrid R., Guadalupe, Stephanie Marin López, Kennia, Aceves-Valdez, Maricruz, Jiménez-Ramírez, Carminadel Carmen Cruz-Angulo, María Arturo Juárez-Pérez, Cuauhtémoc, (2017), Enfermedad renal crónica y su relación con los metales pesados, *Revista Médica del IMSS*; Vol. 55, Issue 6, p725-734, 10p. México

15. Decreto Supremo N°004-2017. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Diario oficial el Peruano, Lima, Perú 7 de junio de 2017.
16. Depenthal, J. y Yoder, L.S.M., 2018. Community Use and Knowledge of Algarrobo (*Prosopis pallida*) and Implications for Peruvian Dry Forest Conservation. *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 52, no. 1, pp. 49-70. ISSN 2215-3896.
17. DIGESA (2014), Comisión Intersectorial para la prevención de la contaminación por el plomo y otros metales pesados, (2014 ), Plan nacional de participación social y compromiso multisectorial para fortalecer la gestión ambiental y reducir la morbi-mortalidad relacionada a la contaminación por plomo y otros metales pesados, DIGESA, Perú, 2005-2014
18. ESPINOZA FREIRE, E.E., 2019. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, vol. 15, pp. 171-180. ISSN 1990-8644.
19. Espinosa Rodríguez, M., Hidalgo Millán, A., Delgado Delgado, R., Olvera Izaguirre, L. y Bernal Jácome, L., 2020. Adsorción de Cd (II) y Pb(II) presentes en solución acuosa con hueso de nanche (*Byrsonima crassifolia*). *Revista Colombiana de Química*, vol. 49, pp. 30-36. ISSN 0120-2804
20. Fabbri, Maria Soledad. *Las técnicas de investigación: la observación*. En línea. instituto ciencias humanas. Marzo de 2020.  
Disponibile en: <http://institutocienciashumanas.com/wp-content/uploads/2020/03/Las-técnicas-de-investigación.pdf>.
21. Gautam, R.K., Mudhoo, A., Lofrano, G. and Chattopadhyaya, M.C. (2014) Biomass-Derived Biosorbents for Metal Ions Sequestration: Adsorbent Modification and Activation Methods and Adsorbent Regeneration. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2, 239-259.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2013.12.019>
22. Grisales Motato, A., Rojas Arrietaw, W. Obtención de Carbón activado a partir de activación Química de Pulpa de café y su aplicación en la remoción de colorantes en aguas residuales industriales. *Repositorio UTP*

- [en línea]. 2016 [consultado el 23 de febrero de 2022]. Disponibles: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c456630-0b2e-4a17-a4e4-43273d4115a8/content>
23. HERNÁNDEZ, C.E. y CARPIO, N., 2019. Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, vol. 2, no. 1, pp. 75-79. ISSN 2617-5274. DOI 10.5377/alerta.v2i1.7535.
24. HERNANDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.l.: s.n. ISBN 978-1-4562-6096-5.
25. INDECOPI, 2019. Algarrobo Bio Pat Perú. [en línea]. 2019 [consultado el 26 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/algarrobo.pdf/094d45db-4235-9a32-2a32-e1c3fe726d9b>
26. Largitte, L. y Lodewyckx, P., 2014. Studying different methods to determine the thermo kinetic constants in the adsorption of Pb<sup>2+</sup> on an activated carbon from Bois carré seeds. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 788-795. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2014.02.001.
27. LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, no. 1, pp. 47-50. ISSN 1390-9592.
28. Machacuay, S. Adsorción de plomo (II) con carbón activado a partir de semillas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la laguna Huascacocha, Yauli, Junín - 2020 [En línea]. PERU: Universidad Continental; 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/9966>
29. Menéndez Díaz, J. 2008. Residuos de biomasa para la producción de carbones activos y otros materiales de interés tecnológico. *DIGITAL.CSIC* [en línea]. 2008 [consultado el 25 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://DIGITAL.CSIC>
30. MINAM, 2019. *Estándar de calidad ambiental*. En línea. gob.pe. 09/10/2019. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391->

estandar-de-calidad-ambiental.

31. Nuñez Flores, M.I.N., 2007. VARIABLES: ESTRUCTURE AND FUNCTION IN THE HYPHOTESIS. *Investigación Educativa*, vol. 11 N.º 20, 163-179, pp. 17. ISSN 17285852.
32. Onwu, F y Ogah, S .Estudios sobre el efecto del pH en la sorción de cadmio (II), níquel (II), plomo (II) y cromo (VI) a partir de soluciones acuosas por cáscara de caimito blanco africano ( *Chrysophyllum albidium*) [En línea]. Nigeria 2010 : African Journal of Biotechnology, Vol. 9(42). pp. 7086-7093. ISSN 1684–5315. DOI 10.5897/AJB10.267
33. Ospina, Guarín, V., Buitrago Sierra, R. y López D., 2014. Preparación y caracterización de carbón activado a partir de torta de higuera. *Tecnológicas*, vol. 17, no. 32, pp. 75-84. ISSN 0123-7799, 2256-5337
34. Peláez Cid, A.A., Romero Hernández, V., Herrera González, A., Bautista Hernández, A. y Coreno Alonso, O., 2020. Synthesis of activated carbons from black sapote seeds, characterization and application in the elimination of heavy metals and textile dyes. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, vol. 28, no. 2, pp. 613-623. ISSN 1004-9541. DOI 10.1016/j.cjche.2019.04.021.
35. Pérez, Jorge D. , Luna, Nadia S., Filippín, Ana J. , Pozzi, Maria T. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE RESIDUOS OLIVÍCOLAS Y OLEÍCOLAS POR ACTIVACION FÍSICA. *Avances en Ciencias e Ingeniería* [en línea]. 2017, 8(3), 59-71 [fecha de Consulta 25 de Abril de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323652916007>
36. Plaza Recobert, M., 2015. *Carbón activado: Evaluación de nuevos precursores y del proceso de activación con dióxido de carbono* [en línea]. <http://purl.org/dc/dcmitype/Text>. S.I.: Universidad de Alicante. [Consultado : 23 febrero 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=59650>
37. Polo Bravo, C., & Sulca Quispe, L. (2019). METALES PESADOS: FUENTES Y SU TOXICIDAD SOBRE LA SALUD HUMANA. *Ciencias*, 2(1), 20–36. <https://doi.org/10.33326/27066320.2018.1.842>
38. Poma, Pedro. A., 2008. Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de la*

- Facultad de Medicina*, vol. 69, no. 2, pp. 120-126. ISSN 1025-5583.
39. Rodríguez Heredia, D., 2017. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*, vol. 21, no. 12, pp. 3372-3385. ISSN 1029-3019
40. Rosales Fernández, D.J ; Quevedo Sánchez ,A.G. Adsorción con carbón activado obtenido de la semilla de Aguaje para la remoción de plomo y romo en aguas contaminadas. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5114> [en línea]. 2019 [consultado el 30 de enero de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5114>
41. Salazar Rábago, J.J. y Leiva Ramos, R., 2016. Novel biosorbent with high adsorption capacity prepared by chemical modification of white pine (*Pinus durangensis*) sawdust. Adsorption of Pb(II) from aqueous solutions. *Journal of Environmental Management*, vol. 169, pp. 303-312. ISSN 0301- 4797. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.12.040>.
42. Sheikh, Z., Amin, M., Khan, N., Khan, M.N., Sami, S.K., Khan, S.B., Hafeez, I., Khan, S.A., Bakhsh, E.M. y Cheng, C.K., 2021. Potential application of *Allium Cepa* seeds as a novel biosorbent for efficient biosorption of heavy metals ions from aqueous solution. *Chemosphere*, vol. 279, pp. 130545. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2021.130545.
43. Silva, Guadalupe y Carolina Grimaldo. *Recuperación de Bosques de Huarango*. En línea. Unidad de Vigilancia Tecnológica CITEagroindustrial ICA. Consultado el 10/03/2022. Disponible en: [https://issuu.com/citeagroindustrialica/docs/bo-18-001\\_bolet\\_n\\_manejo\\_de\\_plagas\\_y\\_aprovechamien](https://issuu.com/citeagroindustrialica/docs/bo-18-001_bolet_n_manejo_de_plagas_y_aprovechamien).
44. Sun Kou, M. , Obregón Valencia, D., Pinedo Flores, Á., Paredes Doig, A.L. y Aylas Orejón, J., 2014. Adsorción de metales pesados empleando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea]. 2014, vol.80(4), pp. 225-236. ISSN: 1810-634X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937640002>
45. Taoufik, A. Elmchaouri, F. Anouar, S.A. Korili, A. Gil, Improvement of the adsorption properties of an activated carbon coated by titanium dioxide for the removal of emerging contaminants, *Journal of Water Process*



46. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714419302697>)

Yadav , S.K., Singh, D.K. y Sinha, S., 2014. Chemical carbonization of papaya seed originated charcoals for sorption of Pb(II) from aqueous solution. Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 2, no. 1, pp. 9-19. ISSN 2213-3437. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.10.019>.

## Anexo 1. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
INDEPENDIENTE " Carbon Activado de Semilla de Huarango (Prosopis Pallida)"	Según (Taoufik, Elmchaouri, Korili y Gil, 2019), las características específicas del carbón activado dependen de: Materia prima, proceso de carbonización y el método de activación; por otro lado, el material precursor también debe contar con un área superficial elevada, alta porosidad, elevado material volátil, baja humedad y cenizas, proporcionando una eficiente capacidad de remoción del material	Para la elaboración del carbón activado de semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) se realizará mediante el método de activación química. Primero se realizará la caracterización de las semillas del Huarango (Humedad, Material volátil, cenizas y carbono fijo). Se utilizará como agente activante ( $H_3PO_4$ ) a diferentes concentraciones y se evaluará los diferentes valores de dosis óptima para la remoción del plomo.	CONCENTRACION DEL AGENTE ACTIVANTE	$H_3PO_4$	%
			PARAMETROS	Dosis	gr
				Humedad	%
			CARACTERIZACION DE LA SEMILLA	Material Volatil	%
				Cenizas	%
				Carbono Fijo	%
DEPENDIENTE " Adsorción de Plomo (Pb)"	Según los autores (Gautam, Mudhoo, Lofrano y Chattopadhyya, 2014), el proceso de adsorción puede verse afectado positivamente o negativamente por variables como temperatura, pH, tamaño de partícula o por presencia de otros iones, además de ser una alternativa eficiente de tratamiento de agua, debido a los bajos costos de mantenimiento a diferencia de los tratamientos tradicionales de remoción de metales pesados. de mantenimiento a diferencia de los tratamientos tradicional de Remoción de metales pesados.	Se elaborará una muestra de concentración de plomo a partir del Nitrato de Plomo a nivel de laboratorio, donde se analizará la concentración inicial y final para así obtener la eficiencia de adsorción del metal pesado.	CONCENTRACION DE PLOMO	Concentracion Inicial -Final	mg/L
				Remoción de Pb	%

## Anexo 2. Matriz de operacionalización

EFICIENCIA DEL CARBON ACTIVADO DE SEMILLA DE HUARANGO (PROSOPIS PALLIDA) PARA LA ADSORCION DEL PLOMO (Pb), CHIMBOTE-2022								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	MARCO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
General	General	General	V1 CARBON ACTIVADO DE SEMILLA DE HUARANGO (PROSOPIS PALLIDA)	Según (Taoufik, Elmchaouri, Korili y Gil, 2019), las características específicas del carbón activado dependen de: Materia prima, proceso de carbonización y el método de activación; por otro lado, el material precursor también debe contar con un área superficial elevada, alta porosidad, elevado material volátil, baja humedad y cenizas, buen volumen y diámetro de poros; proporcionando una eficiente capacidad de remoción del material.	Para la elaboración del carbón activado de semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) se realizará mediante el método de activación química. Primero se realizará la caracterización de las semillas del Huarango (Humedad, Material volátil, cenizas y carbono fijo). Se utilizará como agente activante ( $H_3PO_4$ ) a diferentes concentraciones y se evaluará los diferentes valores de dosis óptima para la remoción del plomo.	CONCENTRACION DEL AGENTE ACTIVANTE	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%
¿Cuál será la eficiencia del Carbón Activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) en la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote- 2022?	Evaluar la eficiencia del Carbón Activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) en la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote-2022	El Carbón Activado a partir de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) es eficiente en la adsorción de Plomo (Pb), Chimbote-2022				PARAMETRO	Dosis	gr
						CARACTERIZACIÓN DE LA SEMILLA	Humedad	%
							Material Volátil	%
Cenizas	%							
Carbono Fijo	%							
Específicos	Específicos	Específicos	V2 ADSORCION DE PLOMO(Pb)	Según los autores (Gautam, Mudhoo, Lofrano y Chattopadhy , 2014), el proceso de adsorción puede verse afectado positivamente o negativamente por variables como temperatura, pH, tamaño de partícula o por presencia de otros iones, además de ser una alternativa eficiente de tratamiento de agua, debido a los bajos costos de mantenimiento a diferencia de los tratamientos tradicionales de remoción de metales pesados. de mantenimiento a diferencia de los tratamientos tradicional de Remoción de metales pesados.	Se elaborará una muestra de concentración de plomo a partir del Nitrato de Plomo a nivel de laboratorio, donde se analizará la concentración inicial y final para así obtener la eficiencia de adsorción del metal pesado.	CONCENTRACIÓN DE PLOMO	Concentración Inicial	mg/L
¿Cuáles serán los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022?	Determinar los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022	Los valores de la caracterización de la Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) influirán eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022					Concentración final	
						¿Cuál será la influencia de la dosis de carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022?	Determinar la dosis optima de carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022	La dosis de carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) influirá eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022
¿Cuáles será la influencia de la concentración del Ácido Fosfórico en el carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022?	Determinar la concentración de ácido Fosfórico en el carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) para la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022	La concentración de ácido fosfórico en la elaboración del carbón activado de Semilla de Huarango ( <i>Prosopis Pallida</i> ) influirá eficientemente en la adsorción de plomo (Pb), Chimbote-2022						

### Anexo 3. Validación de Instrumentos



#### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

##### 4 Primera variable: Carbón Activado de Semilla de Huarango

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Nivel de Concentración – Agente Activante	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 10%)	x		
	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 15%)			
Parámetros de elaboración	Dosis, Temperatura, Tiempo, ph	x		

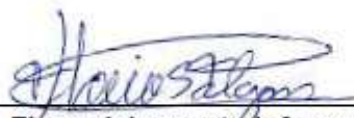
##### 5 Segunda Variable: Adsorción de Plomo

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Concentración de Plomo	Concentración Inicial Concentración final Remoción de Pb (%)	x		

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
(  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 05 de \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 41134159

Teléfono N° 970334583

### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

#### 4 Primera variable: Carbón Activado de Semilla de Huarango

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Nivel de Concentración – Agente Activante	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 10%)	x		
	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 15%)			
Parámetros de elaboración	Dosis, Temperatura, Tiempo, ph	x		

#### 5 Segunda Variable: Adsorción de Plomo

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Concentración de Plomo	Concentración Inicial Concentración final Remoción de Pb (%)	x		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **80** %

- ( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 05 de \_\_\_\_\_ mayo \_\_\_\_\_ del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 07482588

Teléfono N° 966255191

### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

#### 4 Primera variable: Carbón Activado de Semilla de Huarango

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Nivel de Concentración – Agente Activante	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 10%)	x		
	Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – 15%)			
Parámetros de elaboración	Dosis, Temperatura, Tiempo, ph	x		

#### 5 Segunda Variable: Adsorción de Plomo

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Concentración de Plomo	Concentración Inicial Concentración final Remoción de Pb (%)	x		

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 75 %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 (  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 08 de \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ del 2022



\_\_\_\_\_  
Firma del experto informante

DNI N°: 31662440

Teléfono N° 915243320

## Anexo 4. Informe de laboratorio de las características de la semilla de Huarango (*Prosopis Pallida*)



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO RURAL - PRODUCE

### INFORME DE ENSAYO N° 20220420-004

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR:	YASMELIN KATHERINE MILLA FLORES.
DIRECCIÓN:	Mz. D' Lote 7 Urb. Las Brisas Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE:	NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE):	<b>SEMILLAS DE HUARANGO.</b>
LUGAR DE MUESTREO:	NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO:	NO APLICA
PLAN DE MUESTREO:	NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO:	NO APLICA
FECHA DE MUESTREO:	NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA:	01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA:	En bolsa de polietileno transparente cerrada
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-04-20
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO:	2022-04-20
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO:	2022-04-21
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS:	Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI:	<b>SS 220420-3</b>

#### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	H - 1
Humedad (%)	12,5
Cenizas (%)	3,12

#### METODOLOGÍA EMPLEADA

Humedad : UNE 64015 1971

Cenizas : UNE 64019 1971

#### NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras **Proporcionadas por el Solicitante ( X )** **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable de la información declarada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dimensión por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ( )** **NO ( X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 23 del 2022.

GVR/jms

LC-MP-4RIE  
Rev. 07  
Fecha 2021-11-26

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos  
Ingeniero de Laboratorio  
BIOLOGÍA MICROBIOLÓGICA  
L.P.F. 048  
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043-310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

## Anexo 5. Informe de laboratorio de concentración final de Plomo (Pb)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20220504-010

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	<b>YASMELIN KATHERINE MILLA FLORES.</b>
DIRECCION	Mz. DT Lolo 7 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	<b>AGUA RESIDUAL.</b>
LUGAR DE MUESTREO	NO APLICA
METODO DE MUESTREO	NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	16 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Flecos de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En su empaque Refrigeradas.
FECHA DE RECEPCIÓN	2022-05-04
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2022-05-04
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	2022-05-27
ENSAYOS REALIZADOS EN	Laboratorio Físico Químico
CÓDIGO COLECBI	<b>55220504-7</b>

### RESULTADOS

#### ENSAYOS DE METALES

	METALES TOTALES (mg/L)	Límite de Cuantificación (mg/L)	TRATAMIENTO SH1-10%	TRATAMIENTO SH2-15%
1	<b>Plomo (Pb)</b>	0,002	127,891	132,473
2			108,571	115,802
3			95,342	99,512
4			77,841	79,710
5			61,026	66,799
6			47,132	50,211
7			28,113	31,742
8			17,7065	13,1943

#### METODOLOGIA EMPLEADA

**Plomo:** EPA Method 200.7 Revisión 4.4. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry 1994.

#### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras **Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- COLECBI S.A.C no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diferencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías **Si ( ) NO ( X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 27 del 2022.  
GVR/jms  
LC.MP -HREVO  
REV.07  
FECHA:2021-11-26

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACION  
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

*(Firma)*  
A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorio  
0000 000 0000000000  
C.R.P. 116  
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

### COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - LL 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Núdel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com



## Anexo 6. Proceso de elaboración del Carbón Activado en Laboratorio (Registro fotográfico)

### 1. Recolección de Huarango en instalaciones de la Universidad Nacional del Santa



### 2. Análisis de características de semilla de Huarango en laboratorio COLECBI



**3. Pesado de semillas de Huarango para la caracterización y dos para el tratamiento**



**4. Preparación de la solución de Acido Fosfórico concentrado al 85%. Se trabajo a concentraciones del 10% y 15%**



**5. Semillas de Huarango (*Prosopis Pallida*) en Solución de Plomo al 10% y 15%**



**6. Muestras de Semilla de Huarango en un Agitador Magnético por 24 horas**



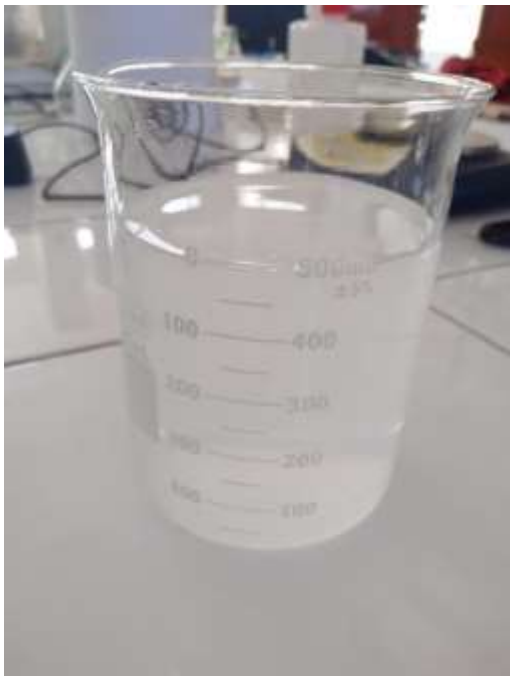
## 7. Lavado con agua destilada y filtrado de la muestra



## 8. Carbonización de la semilla



## 9. Preparación de la solución de Pb a partir de Nitrato de Plomo en 500 ml de agua Destilada. y tratamiento con las semillas carbonizadas.



## 9. Lectura del pH de los tratamientos



## 10. Filtración final después del tratamiento

