



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Remoción de plomo mediante el uso de polvo de Cáscara de Musa Paradisiaca (Banano), a nivel de laboratorio”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Obeso Roman, Bonnie (ORCID: 0000-0003-3148-2615)

Vega Villarreal, Engels (ORCID:0000-0002-0559-734X)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID:0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a mis padres, por su apoyo en cada etapa de mi vida.

Obeso Roman Bonnie

Esta tesis la dedico a mi madre Teresa y a mi padre Jaime, a mis hermanos Jhoan y Shelley por su amor incondicional.

Vega Villarreal Engels

Agradecimiento

A nuestras familia y amigos por el apoyo y consejos.

A nuestro asesor por sus ideas y dedicación en la elaboración de este proyecto.

LOS AUTORES

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y Operacionalización.	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	27
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Concentraciones máximas permisibles de plomo (mg/l) según los estándares nacional de calidad de agua (ECA).....	9
Tabla 2. Muestras	15
Tabla 3. Técnicas e instrumentos	15
Tabla 4. Determinación de pH de polvo de cáscara de banano	19
Tabla 5. Análisis químico del polvo de cáscara de musa paradisiaca Composición elemental en % de masa.....	19
Tabla 6. Comprobar la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental.....	20
Tabla 7. Comparación del tamaño de la partícula entre Castro B vs Obeso-Vega	25
Tabla 8. Comparación del pH entre Castro B vs Obeso-Vega.....	26

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Espectro de FRXDE.....	20
Figura 2. Comparación remoción de plomo con 5g/l	23
Figura 3. Comparación remoción de plomo con 15g/l	24
Figura 4. Comparación remoción de plomo con 15g/l entre Castro B vs Obeso-Vega	25

RESUMEN

Debido a la preocupación actual por la contaminación del agua por metales pesados como el plomo, el presente proyecto de investigación se realiza con el objetivo de determinar la capacidad de remoción del plomo que tiene el uso del polvo de cáscara de *Musa paradisiaca* (banano). En el proceso experimental se utilizó la cascará de *Musa paradisiaca* (banano) secado, pulverizado y tamizado a la malla N° 200, quedando un material bioadsorbente gracias a sus componentes lignocelulósicos, el cual tiene hidroxilos OH⁻ (gran número de moléculas con carga negativa). Se utilizó tres muestras (5 g, 15 g y 25 g) del material bioadsorbente en 1 litro de agua contaminada de plomo (agua sintética con una contaminación de 53.7 ppm de plomo), la capacidad de remoción de plomo en cada muestra es de 89.97%, 93.64% y 94.82% respectivamente, teniendo un resultado favorable, esto se debe a los cationes del plomo que se adhieren a los iones negativos que tiene el polvo de cascara de *musa paradisiaca*.

Palabras claves: remoción, plomo, musa paradisiaca.

ABSTRACT

Due to the current concern about water contamination by heavy metals such as lead, this research project is carried out with the objective of determining the lead removal capacity of the use of *Musa paradisiaca* (banana) peel dust.). In the experimental process the shell of *Musa paradisiaca* (banana) dried, pulverized and sieved to mesh N ° 200 was used, leaving a bioadsorbent material thanks to its lignocellulosic components, which has OH- hydroxyl (large number of molecules with negative charge). Three samples were used (5 g, 15 g and 25 g). of bioadsorbent material in 1 liter of lead-contaminated water (synthetic water with a contamination of 53.7 ppm of lead), the lead removal capacity in each sample is 89.97%, 93.63% and 94.82% respectively, having a favorable result, This is due to lead cations that adhere to negative ions in *musa paradisiaca* shell dust.

Keywords: removal, lead, *muse paradisiaca*.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se realiza porque en la actualidad, existe una gran preocupación por los altos índices de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, debido a que en el Perú una de sus actividades económicas principales es la minería y por ese motivo es que existe un alto índice de contaminación ambiental por los residuos tóxicos, que son arrojados hacia el medio ambiente.

La contaminación del agua por procesos mineros sin el uso de filtros para aguas residuales es un gran problema ambiental que el planeta padece en estos últimos tiempos. Que por las actividades mineras se han ido contaminando de metales altamente tóxicos que podría causar serias enfermedades a la población y dejar sin vida a la flora y fauna acuática.

El plomo (Pb) es un metal tóxico en gran medida, que ocasiona daño neurológico en las personas. Los glóbulos rojos son el principal medio de transporte del plomo, que va desde el intestino a los tejidos celulares, el cual se absorbe en el hígado y riñones.

Nuestro país es un gran productor de plátanos anualmente se estima 1992 mil toneladas de banano en el Perú, pero estos residuos no son utilizados en todo su potencial, por lo que se desperdician, cuando podría ser utilizado en el tratamiento de agua.

La importancia de este trabajo es que el bioadsorbente pueda disminuir la concentración de plomo en el agua para evitar enfermedades cancerígenas causadas por este metal pesado, y evitar el deterioro del ecosistema de los ríos contaminados por este metal.

Analizando la realidad problemática, nos formulamos el siguiente problema de investigación ¿En qué medida se logrará remover el plomo mediante el uso de polvo de cáscara de *musa paradisiaca* (banano), a nivel de laboratorio?

Se tiene como objetivo general: Determinar la capacidad de remoción de plomo, usando polvo de cáscara de *musa paradisiaca* (banano).

Se tiene como objetivos específicos: Determinar el PH del polvo de la cascara de *musa paradisiaca*, determinar el análisis químico del polvo de cáscara de *musa paradisiaca* y también comprobar la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental.

Se plantea la siguiente hipótesis general: “El uso del polvo de la cáscara de musa paradisiaca (banano) removerá el plomo del agua, a nivel de laboratorio”

II. MARCO TEÓRICO

En Ecuador, López & Pincay (2020) en su estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia de la cáscara de banana para remover el plomo en las aguas residuales provenientes de la lubricadora Lufriautos Mafriss, es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fueron 12 unidades experimentales, las técnicas utilizadas fueron: observación y los instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, el cuestionario. El estudio llegó a la siguiente conclusión que los porcentajes de remoción de plomo fueron eficientes en 99%, quedando demostrada así la alta efectividad bioadsorbente de la cáscara de banano ante las partículas de plomo presentes en aguas residuales de lubricadoras.

En Ecuador, Vera & Brito (2018) en su estudio tiene como objetivo “determinar la bioadsorción de la cáscara de banano combinada con quitosano para eliminar el plomo, en tratamientos de aguas residuales”, es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fueron dos recipientes de vidrio con 200ml de plomo y material bioadsorbente de 2 ml y 4 ml respectivamente “”, las técnicas utilizadas fueron: observación, y los instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, el cuestionario. El estudio concluyó en que los agentes bioadsorbentes de la cáscara de banano y quitosano, es eficiente en la bioadsorción de plomo, esto debido al potencial de adsorción de iones plomo, el cual oscila entre 0.1635 – 0.1061 mg de iones de plomo / g de bioadsorbente

En Colombia, Rincón & Vásquez (2016) en su estudio tiene como objetivo estimar la viabilidad técnica, del empleo de la cáscara de banano para la remoción de plomo en las aguas del río Bogotá, que son usadas para el riego de cultivos de lechuga, y su costo para un estudio de caso en el municipio de Soacha Cundimarca, es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fue tomada del río Bogotá de donde proviene el agua de riego de cultivos de lechuga con el fin de replicarla dos veces, y así asegurar la confiabilidad de los datos. La investigación llegó a la siguiente conclusión el método de remoción de plomo mediante el polvo de cáscara de banano es una buena opción funcional porque se pudo comprobar una remoción del 91.84% del plomo en el agua del río.

En Ecuador, Castro B. (2015), en su estudio tuvo como objetivo la remoción de metales pesados cromo y plomo dentro de aguas contaminadas, es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fueron 9 grupos en total: usó dos parámetros, el tamaño de partícula del material bioadsorbente (250, 400, 845 μm) y la cantidad de polvo en cada metal pesado usando 10, 15, 20 g/l. las técnicas utilizadas fueron: observación, y los instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, el cuestionario. El estudio llegó a la siguiente conclusión, se verificó la eficiente capacidad que tiene la harina de cascara de banano. Se obtiene como resultado 80 % de remoción de metales.

A nivel nacional, en la ciudad de Trujillo, Barrios & Paredes (2021) en su estudio tiene como objetivo analizar la remoción de plomo en las aguas del río Chichircucho del caserío de Caracmaca – Sanagorán mediante la cáscara de *Musa paradisiaca* (banano) a nivel de laboratorio., es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fueron tres (2 del río Chichircucho y una solución preparada), las técnicas utilizadas fueron: observación, y los instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, el cuestionario. El estudio llegó a la siguiente conclusión que los niveles de remoción de plomo demostraron ser efectiva, porque se obtuvo un 80.88% de remoción de plomo.

En la ciudad de Trujillo, Vejarano et al (2018) en su estudio tiene como objetivo determinar la viabilidad de la remoción de plomo en aguas contaminadas empleando biomasa de cáscara de plátano, es una tesis descriptiva, su diseño es experimental, la muestra de estudio fue tres grupos según el tiempo de contacto de 30 ,60 y 90 minutos, las técnicas utilizadas fueron: observación, y los instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, el cuestionario. El estudio se concluyó en la eficiencia de la biomasa de cáscara de plátano para la eliminación de plomo por medio de la adsorción, se redujo en más del 95% del plomo en muestras de agua de ensayo.

En la ciudad de Lima, Carbajal (2021) en su estudio tiene como objetivo estimar la eficiencia de la harina seca (cáscara de *musa paradisiaca*) en la bioadsorción de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales, es una tesis descriptiva, su diseño es pre experimental, la muestra de estudio fue una muestra de 20 lt, las técnicas utilizadas fueron: observación, análisis documental, y los

instrumentos que se administraron fueron: diario de campo, informe de ensayo. El estudio llego a la siguiente conclusión se logró determinar la eficacia de la harina seca de la cáscara de plátano (musa paradisiaca) obteniéndose en la dosis 6g un porcentaje de más del 92% para el arsénico y 88.2% para el plomo, y la cual se concluye, a mayor cantidad de adsorbente empleado, menor será la concentración de contaminante en el agua natural superficial.

Hidráulica

Dentro de la Ingeniería Civil uno de los principales pilares es la Hidráulica que estudia problemas vinculados con el uso y la administración de los fluidos, esencialmente el agua. Esta rama de la ingeniería se enfoca en solucionar problemas como flujo de líquidos en tuberías, ríos y canales, también a los depósitos naturales como lagunas, lagos o depósitos artificiales como tanques, etc.

El avance de la hidráulica, es producto del intercambio de conocimiento de generación a generación y en el uso de las Matemáticas y Física.

La ciencia que brinda las bases teóricas de la hidráulica es la Mecánica de Fluidos

Agua

Uno de los recursos naturales con mayores niveles de contaminación es el agua. La alta contaminación de aguas residuales urbanas e industriales por iones tóxicos de metales pesados, es un problema medio ambiental alarmante.

Estos micro contaminantes son preocupantes debido a su alta toxicidad y que no son biodegradables e inorgánicos.

El agua es un recurso altamente explotado, se necesita para sostener la vida. Es nuestro deber mantener suministros suficientes de este líquido vital para la población, asegurándose la buena calidad de agua y la preservación de los ecosistemas, adecuando a la humanidad los límites que tiene la naturaleza y reduciendo los altos índices de daños relacionados a este líquido vital que es el agua.

En la actualidad, el mundo se encuentra en una crisis por el agua, esto debido a que su mayoría los recursos hídricos de nuestro planeta están sometidos a

elevados índices de contaminación en diversos países, a causa de la sobreexplotación de nuestros recursos naturales y la consecuente deterioro del medio ambiente, cabe resaltar que el agua dulce que utiliza el ser humano para satisfacer su necesidad esencial y para el desarrollo de la agricultura, industria y la generación de energía eléctrica, equivale solo al 1 % del total de los recursos hídricos en el planeta.

Contaminación del agua en el Perú

Relaves mineros vertimiento.

La contaminación de agua por vertimiento de los relaves mineros es común en los centros mineros. Los relaves mineros contienen arsénico, plomo, mercurio zinc, cobre, fierro además de otras sustancias altamente tóxicas para el ser humano, los cultivos y los animales.

Efectos medioambientales del plomo en el agua

Generalmente el plomo y otros compuestos de plomo son contaminantes altamente tóxicos. Así mismo, otros compuestos como el óxido de plomo, acetato de plomo, carbonato de plomo y nitrato de plomo. En las plantas, el plomo limita la síntesis de clorofila. No obstante, las plantas tienen la capacidad de absorber altos niveles de plomo del suelo. Las concentraciones altas son perjudiciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, de esta manera el plomo es introducido en la cadena alimenticia. El plomo tiende a acumularse en los organismos, en el fango y sedimentos.

Normativa en el Perú

El gobierno peruano al identificar la alta contaminación de sus recursos hídricos comenzó a regular y fiscalizar, trabajando en la gestión integral de los recursos hídricos y del ambiente, que dio como fruto la Ley de Recursos Hídricos. - Es aquí donde entra a tallar el actor principal que es la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Ministerio del Ambiente. - Donde se formulan los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental.

Estándares de calidad ambiental para aguas (ECA)

De acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se estableció los nuevos estándares de calidad ambiental para aguas reemplazando a la Ley de Aguas. Por lo cual, en estos nuevos estándares la clasificación es de la siguiente manera:

Categoría 1: Agua para uso poblacional y recreacional

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

Categoría 3: Riego Vegetal y Bebida de Animales

Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático

Tabla 1. Concentraciones máximas permisibles de plomo (mg/l) según los estándares nacional de calidad de agua (ECA)

<i>Aguas superficiales destinadas para recreacion</i>	
B1: Contacto primario	0.01
B2: Contacto secundario	-
CATEGORIA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS	
C1: Extraccion y cultivo de moluscos bivalvos	0.0081
C2: Extraccion y cultivo de otras especies microbiologicas	0.0081
C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas	0.03
C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas	0.0025
CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES	
Riego de vegetales	0.05
Bebida de animales	0.05
CATEGORIA 4: CONSERVACION DEL AMBIENTE ACUATICO	
E1: Lagunas y Lagos	
E2: Rios	0.0025
Costa y Siera	0.0025
Selva	0.0081
E3: Ecosistemas Marino Costeras	0.0081
Estuarios	0.0025
Marinos	0.0025

Bioadsorbentes

Son adsorbentes que se origina de la biomasa que es un material orgánico procedente de las algas, arboles y plantas, cáscara de frutas. De fácil adquisición y bajo costo. Los carbohidratos son los protagonistas que contiene holocelulosa y lignina en su mayor participación (Haq Nawaz 2016)

Tamaño de partícula

El tamaño de partícula influye en el proceso de absorción ya que aumenta el área de superficie cuando se reduce el tamaño de la partícula. Esto otorga mayor numero de sitios de unión para que se realice la absorción. Pathak et al., (2015)

La capacidad de adsorción incrementa al minimizar el tamaño de las partículas, de esta manera aumentando el área de contacto, por lo tanto brinda mayor accesibilidad de las moléculas pequeñas, entonces es recomendable un menor tamaño a 1mm, esto debido a que menor tamaño de partícula, se obtiene mayor cantidad de centros activos que están disponibles para que se dé la reacción, ya que el adsorbato acceda con facilidad a las pequeñas moléculas, teniendo menor limitación a la difusión. Tejada, (2015).

Composición química de la cáscara de plátano

Parte de la composición química de la cáscara de plátano, tiene gran cantidad de fibra, el cual se dividen en: celulosa, lignina, pectina y hemicelulosa.

Sobresale la cantidad de celulosa cuyo valor está en un intervalo de 56 - 65%, (Rojas, Quintero, & Benavides, 2015)

al ser secada y molida para obtener un polvo muy fino, obtiene una gran capacidad para purificar las aguas contaminadas con metales tóxicos, con bajos costos y de manera eficiente. (Castro, 2015)

En Brasil se aprovecha este desecho para la limpieza sabiendo que uno de los principios básicos de la física-química: los polos opuestos se atraen. En la cáscara de banano existe mayor cantidad de moléculas que tienen carga negativa (carboxil, carbonil, fosfato, sulfidril e hidroxil) el cual posee la capacidad de atraer la carga positiva de los metales pesados. (Castro, 2015)

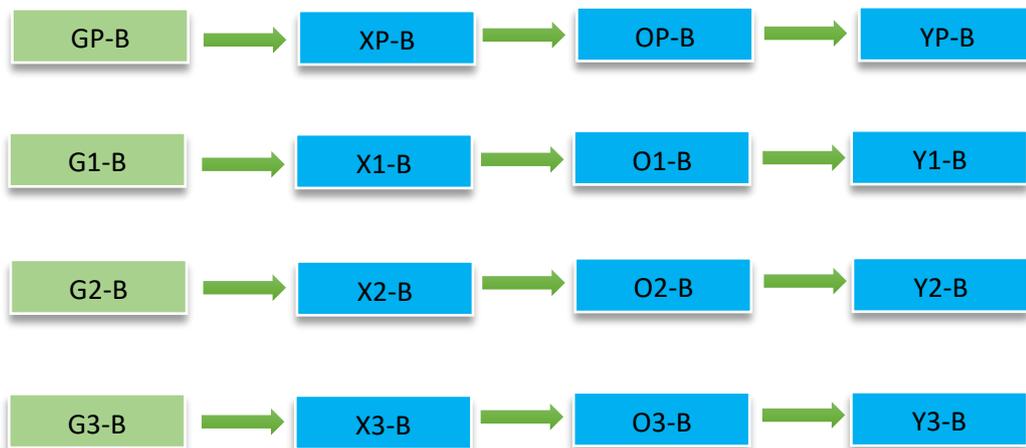
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

El tipo de investigación es **Aplicada** porque los resultados de este proyecto de investigación sirven para solucionar problemas de contaminación ambiental, ayudando a reducir los altos índices de contaminación del agua, así mismo proponer otra manera de remover plomo al utilizar polvo de cascara de *musa paradisiaca* determinando la cantidad de remoción en el agua, a nivel de laboratorio.

El diseño correspondiente a este trabajo de investigación es experimental de nivel **cuasi experimental**, ya que se evaluará la remoción de plomo en soluciones de agua mediante ensayos y pruebas, donde se obtendrá los resultados de cinco muestras. Grupos Patrón, que será el agua sintética contaminada (de plomo) sin la adición de ningún componente adicional, y el segundo es el grupo experimental, lo cuales son tres muestras, serán realizados con la incorporación del polvo de cáscara de banano al agua sintética, con el fin de determinar la cantidad de remoción de plomo en comparación a la del grupo patrón debido a que habrá una mejora de calidad del agua.

GRUPO CONTROL PARA PLOMO



GP-B, G1-B, G2-B, G3-B: Grupos que se empleará para la investigación

- GP-B: Muestras de Grupo Patrón: (Agua sintética contaminada con plomo)

- G1-B: Muestras del Grupo Experimental: (Agua sintética adicionando 5 g/l de polvo de cascara de banano utilizando el método de la adsorción)
- G2-B: Muestras del Grupo Experimental: (Agua sintética adicionando 15 g/l de polvo de cascara de banano utilizando el método de la adsorción)
- G3-B: Muestras del Grupo Experimental: (Agua sintética adicionando 25 g/l de polvo de cascara de banano utilizando el método de la adsorción)

XP-B, X1-B, X2-B, X3-B: variables independientes

- XP-B: Variable Independiente (agua sintética sin polvo de cascara de banano)
- X1-B: Variable Independiente (polvo de cascara de banano 5g)
- X2-B: Variable Independiente (polvo de cascara de banano 15g)
- X3-B: Variable Independiente (polvo de cascara de banano 25g)

OP-B, O1-B, O2-B, O3-B: Observaciones

- OP-B: Observaciones obtenidos por las muestras del Grupo Patrón, resultados anotados en la guía de observación concreta
- O1-B: Observaciones obtenidos por las muestras del Grupo Experimental, resultados anotados en la guía de observación al adicionar 5 g/l de polvo de cascara de banano.
- O2-B: Observaciones obtenidos por las muestras del Grupo Experimental, resultados anotados en la guía de observación al adicionar 15 g/l de polvo de cascara de banano
- O3-B: Observaciones obtenidos por las muestras del Grupo Experimental, resultados anotados en la guía de observación al adicionar 25 g/l de polvo de cascara de banano

YP-B, Y1-B, Y2-B, Y3-B: Variables dependientes

- YP-B: V. Dependiente: (Porcentaje de plomo en el agua sintética)
- Y1-B: V. Dependiente: (Porcentaje de remoción de plomo en el agua sintética usando 5 g de polvo de cascara de banano)

- Y2-B: V. Dependiente: (Porcentaje de remoción de plomo en el agua sintética usando 15 g de polvo de cascara de banano)
- Y3-B: V. Dependiente: (Porcentaje de remoción de plomo en el agua sintética usando 25 g de polvo de cascara de banano)

3.2. Variables y Operacionalización.

Variable dependiente cuantitativa: remoción de plomo.

Definición Conceptual: Reyes (2017), define que la remoción de plomo es “un proceso de tratamiento de agua para eliminar cualquier tipo de contaminante”

Definición Operacional: Determinar el porcentaje de plomo que existe en el agua, el cual los resultados se reflejarán en un protocolo.

Dimensiones e Indicadores: Tiene sus respectivos indicadores. Este es el caso del proceso de adsorción donde su indicador fue el porcentaje de plomo adherido. También se obtuvo como dimensión el análisis químico del polvo de cascara de musa paradisiaca.

Escala de Medición: Escala de medición es: mg/l

Variable independiente cuantitativa: polvo de cáscara de musa paradisiaca a 5g/L, 15g/L y 25 g/L.

Definición Conceptual: García (2016), define al polvo de cascara de musa paradisiaca como “material con capacidad de purificar aguas contaminadas con metales”. La cantidad de polvo de cáscara de musa paradisiaca que se añade a la muestra de agua contaminada por el plomo, influye en la cantidad de bioadsorción.

Definición Operacional: Se añadirá al agua contaminada con plomo, se agitará y dejará reposar, por consiguiente, se determinará la cantidad de plomo en el laboratorio autorizado.

Dimensiones e Indicadores: Tiene como siguientes indicadores: Ph

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Para la presente investigación será de cuatro grupos de control, la cual existe una muestra patrón y 3 experimentales.

Muestra: Se utilizó 4 jarras de 1 litro, en donde una jarra es la muestra patrón, en el cual se determinó el análisis inicial del plomo, y en las tres jarras restantes con la adición de polvo cáscara de *musa paradisiaca* para determinar la concentración final de plomo.

Tabla 2. Muestras

Muestras			
Patrón	E-1 5g/L PCMP	E-2 15 g/L PCMP	E-3 25 g/L PCMP

Muestreo: Se optó el muestreo por conveniencia.

Unidad de análisis: 2 litros de agua.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Técnicas e instrumentos

OBJETOS ESPECIFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Determinar el pH del polvo de la cáscara de musa paradisiaca	Observación experimental	Protocolo del pH	Valores de composición del pH en laboratorio
Determinar el análisis químico del polvo de cáscara de musa paradisiaca	Observación experimental	Fluorescencia	Espectro de FRXDE
Comprobar la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental.	Observación experimental	Espectrometría atómica	Concentración de plomo en la muestra patrón y muestras experimentales

3.5. Procedimientos

El procedimiento consta de las siguientes actividades:

Primero se elaboró el polvo de la cáscara de musa paradisiaca: se recolectó 4 kg de cáscara de musa paradisiaca, se procedió a lavar con agua destilada, para luego exponerlo al sol por 7 días, a fin de lograr un secado natural.

En total el peso de las cáscaras de musa paradisiaca se redujo a 800 gramos, se cortó en tamaños más pequeños, aproximadamente cuadrados de 1 cm para facilitar la trituration con el fin de pulverizar en el mortero.

Después de pulverizar la cáscara de musa paradisiaca se tamizó haciéndolo pasar por la malla N°200, que equivale 75 μm .

Con estos datos determinamos que se obtiene 17.92% del total de las cáscaras de musa paradisiaca en su estado fresco. Obteniendo el polvo de cascara de musa paradisiaca lista para ser utilizada y determinar el pH.

Análisis químico del polvo de cáscara de musa paradisiaca.

Se obtuvo el análisis químico del polvo de cascara de musa paradisiaca mediante un espectro de FRXDE, el cual se evidenció mayor parte de compuestos orgánicos que contienen O, C, H y otros elementos ligeros.

Comprobación de la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental.

Se preparó el agua sintética utilizando 0.811 gramos de nitrato de plomo (II) de la marca Riedel-de-Haen por cada litro de agua destilada, usando un depósito para la muestra patrón y otros tres depósitos adicionales para las muestras experimentales. Se comprobó mediante la espectrometría atómica que la muestra patrón tiene una concentración de 53.7 ppm

Se pesó en la balanza analítica 5g, 15g y 25g de polvo de cascara de banano para añadir a cada muestra experimental y luego se llevó al agitador magnético por un tiempo de 2 minutos a 100 rev/min y luego 30 minutos a 50 rev/min para que el adsorbente tenga contacto con el agua contaminada con plomo.

Las muestras experimentales se dejaron reposar por 18 horas, y luego cada muestra de agua experimental se pasó por un papel filtro, extrayendo el material absorbente del agua. Teniendo listas las muestras experimentales de agua se llevó al laboratorio Colecibi autorizado por la INACAL para determinar los resultados finales de cada muestra experimental, luego de que haya sido absorbido por el material absorbente (polvo de cáscara de musa paradisiaca). Con estos resultados se pudo comprobar la capacidad de bioadsorción del polvo de cáscara de musa paradisiaca (banano).

3.6. Método de análisis de datos

Por tratarse de una investigación experimental, el análisis de datos estuvo vinculado a la hipótesis. Se procesaron los datos en diagramas para una mejor objetividad en la visualización de resultados.

3.7. Aspectos éticos

Los datos en esta investigación son verdaderos, no tienen ningún tipo de manipulación y son válidos como base para futuras investigaciones

IV. RESULTADOS

Primer Objetivo: Determinar el pH del polvo de la cáscara de musa paradisiaca

Tabla 4. Determinación de pH de polvo de cáscara de banano

MUESTRA	ENSAYO
	pH
Polvo de Cáscara de Plátano	7.82

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

El pH detectado es de 7.82, es ligeramente alcalino.

Segundo Objetivo: Determinar el análisis químico del polvo de cáscara de musa paradisiaca

Tabla 5. Análisis químico del polvo de cáscara de musa paradisiaca

Composición elemental en % de masa.

Elementos	Concentración % masa
Al	1.333
Si	1.064
P	0.336
S	0.455
Cl	3.239
K	9.778
Ca	0.641
Ti	0.023
Mn	0.012
Fe	0.144
Ni	0.001
Cu	0.003
Zn	0.009
Br	0.006
Sr	0.004
Zt	0.005
Sub-Total	17.350
Otros (O,C)	82.650
Total	100.00

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

El análisis químico realizado a la cáscara de musa paradisiaca, Está constituida en su mayor parte por compuestos orgánicos que contienen O,C,H y otros elementos ligeros, siendo un total de 82.65 %.

Otro resultado con mayor presencia es el potasio (k) en una cantidad de 9.778%.

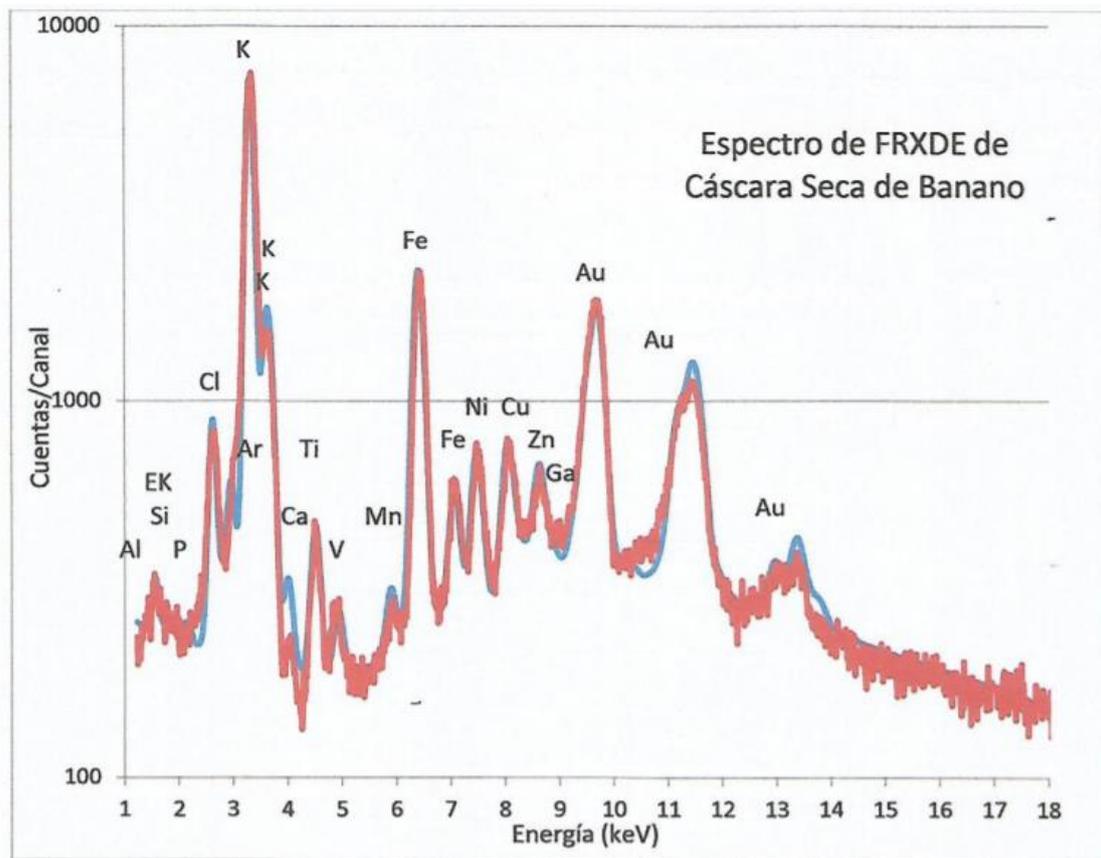


Figura 1. Espectro de FRXDE

Tercer Objetivo: Comprobar la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental.

Tabla 6. Comprobar la cantidad de plomo antes y después del proceso experimental

Metales	Patrón	E-1 5g/l	E-2 15g/l	E-3 25g/l
Plomo (Pb)	53.7 ppm	5.385 ppm	3.418 ppm	2.783 ppm
Remoción de Pb		89.97%	93.64%	94.82%

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

La muestra patrón tiene una concentración de 53.7 ppm.

Los resultados de las muestras experimentales son:

E-1 tiene una concentración de 5.385 ppm que representa una remoción de 89.97 % de plomo.

E-2 tiene una concentración de 3.418 ppm que representa una remoción de 93.64 % de plomo.

E-3 tiene una concentración de 2.783 ppm que representa una remoción de 94.82 % de plomo.

Se comprueba que los valores antes y después del proceso experimental varía al añadir el material bioadsorbente (polvo de cáscara de *Musa paradisiaca*), en la que los resultados evidencian la capacidad de remoción que tiene este material bioadsorbente.

V. DISCUSIÓN

Barrios C y Paredes E. en su proyecto de investigación empleó polvo de cáscara de plátano en las concentraciones de 5,10,15 y 20 g/L llegando a remover 73.97%, 78.10%, 80.28% y 80.28% respectivamente.

Castro B. en su trabajo de investigación obtuvo 80.07%, 80.01% y 80.00% de remoción de plomo trabajando con 3 concentraciones de polvo de cáscara de musa paradisiaca a 10,15 y 20 g/L.

Analizando nuestros resultados con los obtenidos por Barrios C. y Paredes E, obtuvieron con 5 g/l una remoción de plomo de 73.97 %. Mientras nuestro trabajo de investigación obtuvo un 89.97 % de remoción de plomo, el cual también son resultados favorables.

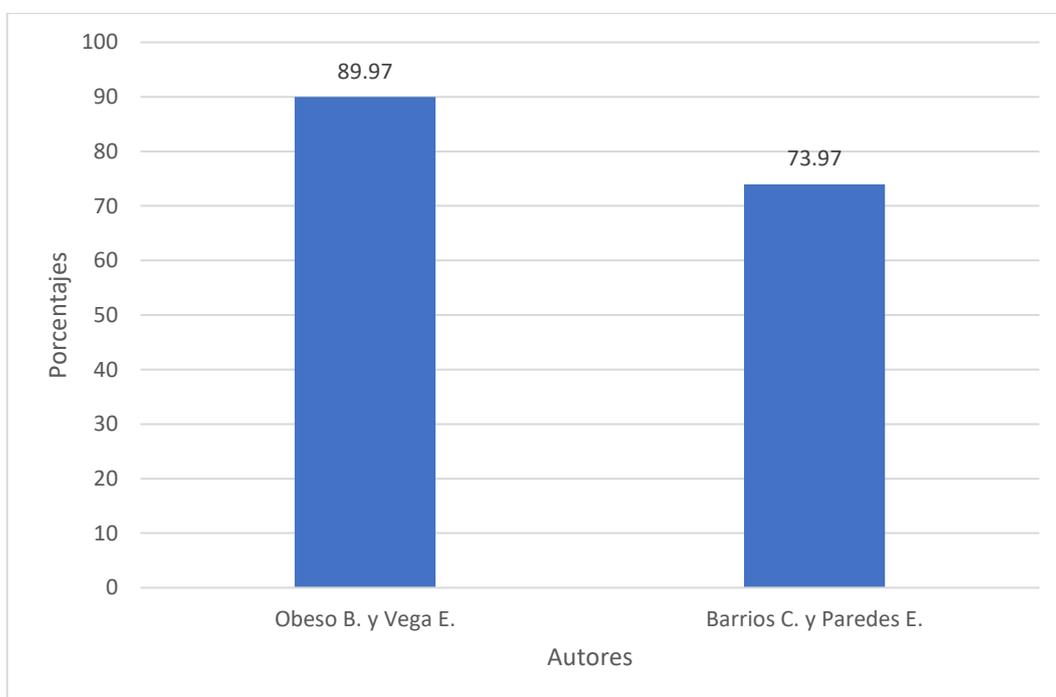


Figura 2. Comparación remoción de plomo con 5g/l

Analizando nuestros resultados con los obtenidos por Castro B, Barrios C. y Paredes E, empleando 15 g/l obtuvieron los siguientes resultados: Castro B. obtuvo un 80.01 % de remoción de plomo.

Barrios C. y Paredes E. obtuvieron un 80.28 % de remoción de plomo.

Obeso B. y Vega E. obtuvimos un 93.63 % de remoción de plomo.

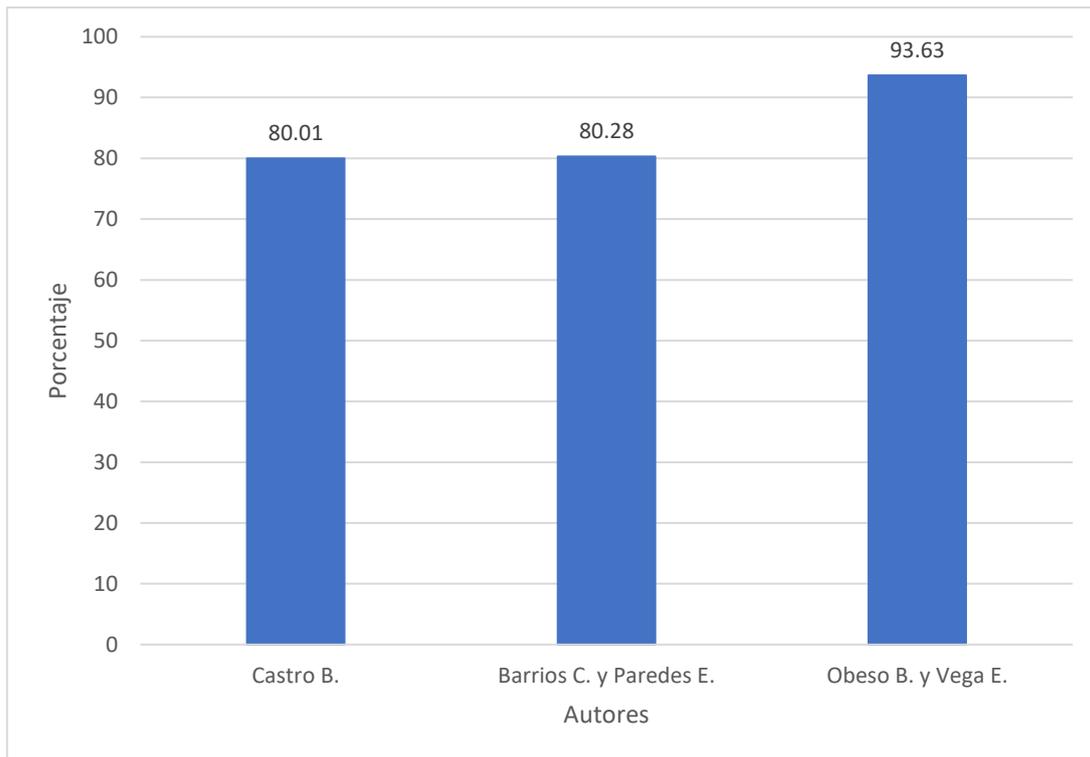


Figura 3. Comparación remoción de plomo con 15g/l

El resultado de la cantidad de remoción de plomo usando 15g/l de polvo de cáscara de musa paradisiaca en esta investigación es 93.63 %, el resultado de la investigación realizada por Castro B. es de 80.01 % usando la misma cantidad de material absorbente, con la única diferencia que el tamaño de partícula que usó Castro B. fue de 250 μm , mientras en el presente trabajo de investigación, el tamaño de partícula fue de 75 μm . El cual indica que a menor tamaño de la partícula aumenta la capacidad de remoción de plomo.

El tamaño de partícula influye en el proceso de absorción ya que aumenta el área de superficie cuando se reduce el tamaño de la partícula. Esto otorga mayor número de sitios de unión para que se realice la absorción. Pathak et al., (2015)

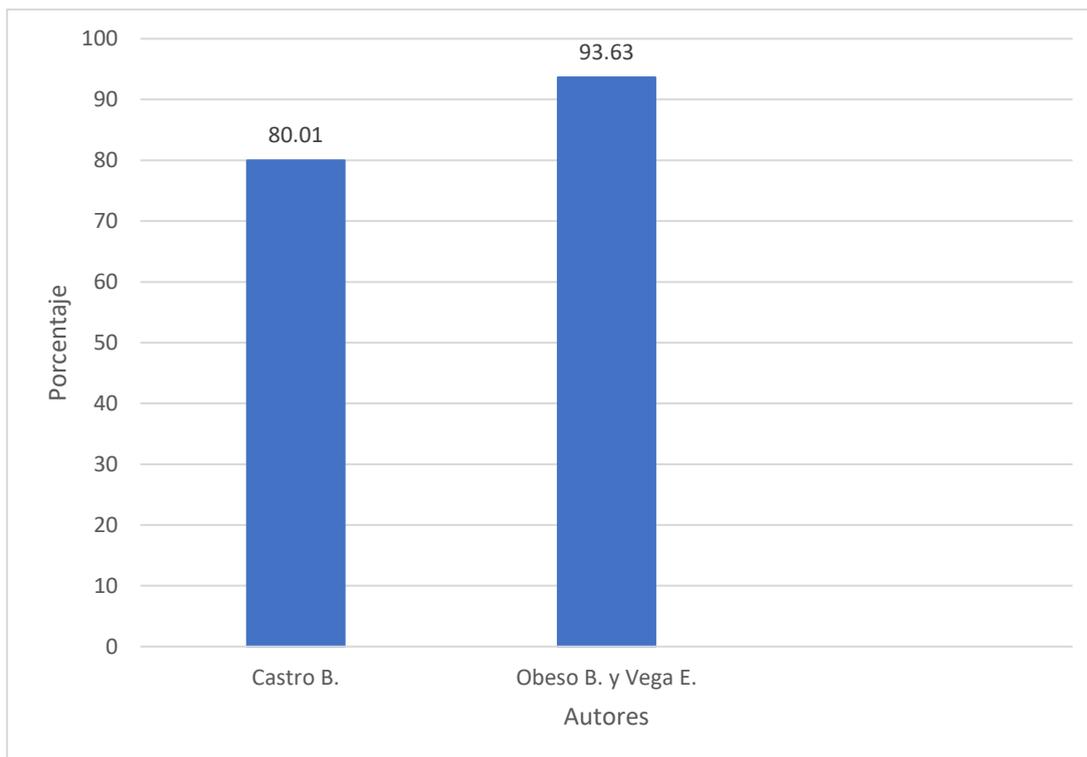


Figura 4. Comparación Remoción de plomo con 15 g/l entre Castro B vs Obeso-Vega

Tabla 7. Comparación del tamaño de la partícula entre Castro B vs Obeso-Vega

Autores	Tamaño de partícula (micrómetro)	N° de malla
Castro B.	250 µm.	60
Obeso y Vega	75 µm.	200

Fuente: Elaboración propia

El pH del polvo de cáscara de musa paradisiaca es 7.8, ligeramente alcalino, mientras que el resultado de pH de la investigación realizada por Castro B. es de 5.4 a 6.9, ácido. Se observa que en el presente estudio de investigación el pH no ha influido en la remoción del plomo.

Tabla 8. Comparación del pH entre Castro B vs Obeso-Vega

Autor	ENSAYO	Descripción
	pH	
Obeso y Vega	7.82	Ligeramente alcalino
Castro B.	5.4 a 6.9	Acido

Fuente: Elaboración propia

El secado que se empleó en el proyecto de investigación de Castro B. es de 130°C y mientras que en el presente proyecto de investigación fue de 110°C. La alta temperatura no daña las propiedades bioadsorbentes del polvo de cáscara de musa paradisiaca

VI. CONCLUSIONES

Empleando 25 g/l de polvo de cáscara de banano se llega a remover 94.82% de plomo en soluciones de agua con una concentración de 53.7 ppm. A mayor concentración de polvo de cáscara de musa paradisiaca, mayor será la remoción de plomo.

Analizando los resultados obtenidos, se determinó que el polvo de cáscara de musa paradisiaca maduro tiene un gran potencial para remover el plomo, esto se debe a los compuestos orgánicos que contienen O,C,H; el cual se enlaza con los iones del plomo.

El análisis químico realizado a la cáscara de musa paradisiaca, da como resultado una alta presencia de k en una concentración de 9.778%.

El tiempo de contacto entre el material y el agua sintética contaminada con plomo debería ser mayor a 14 horas, ya que a mayor tiempo es mayor el intercambio iónico.

Se demuestra la alta funcionalidad del polvo de cáscara de musa paradisiaca en la remoción de plomo.

La capacidad de adsorción incrementa al minimizar el tamaño de las partículas, ya que se obtiene mayor cantidad de centros activos que están disponibles para adherirse al plomo.

VII. RECOMENDACIONES

En este tipo de investigación para obtener una mejor remoción de plomo se debe tamizar en mallas N° 200.

Si se desea mejores resultados en remoción de plomo en muestras de agua sintética con concentraciones superiores a 50ppm, se recomienda utilizar cantidades mayores a 25 g/l de polvo de cáscara de musa paradisiaca.

Realizar un análisis por difracción de rayos – X para mayores detalles de la composición estructural de la muestra de polvo de cáscara de musa paradisiaca.

REFERENCIAS

- Alvarez Arevalo, S., & Molina Gorozabel, J. (2021). *Aplicación de materiales derivados del raquis de banano para la remoción de cromo en solución acuosa.*
- Ampuero Peralta, F. (2014). *Condiciones óptimas de remoción de plomo de aguas contaminadas por filtración utilizando celulosa de musa paradisíaca L. de la estación 08-A del río Chillón, Ventanilla.*
- Apaza, D. (2015). *Remoción de metales plomo (Pb) y zinc (Zn) de las aguas del río T'oro Q'ocha por precipitación alcalina en la ciudad de Juliaca.*
- Argomedo Medina, E., & Carbajal Calipuy, I. (2019). *Influencia del tamaño de partícula y tiempo de contacto de la borra de café en la remoción de plomo II de efluente minero, Quiruvilca.*
- Baca Silva, A. (2016). *Efecto del polvo de cáscara de Musa paradisíaca en la remoción de cromo total de las aguas residuales de Inversiones Harod S.A.C., Trujillo.*
- Barrios Pizan, C., & Paredes Pizan, E. (2021). *Remoción de plomo en aguas del río Chichircucho del caserío de Caracmaca-Sanagorán mediante la cáscara de musa paradisíaca (banano) a nivel de laboratorio.*
- Bismark Castro, P. (2015). *Uso de la cáscara de banano (musa paradisíaca) maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas.*
- Borja Osorio, A. (2019). *Carbón activado de corteza de papa como filtro para la remoción de plomo y cadmio de mina, Casapalca-Lima.*
- Carbajal Encarnación, D. (2017). *Eficiencia del Bagazo de la Caña de Azúcar en la Remoción de Plomo de Aguas Contaminadas, a nivel de laboratorio.*
- Carbajal Vásquez, J. (2021). *Bioadsorción con harina seca (cáscara de musa paradisíaca sp) de Arsénico y Plomo en muestras de agua superficial.*
- Castañeda Zavaleta, K., & Grandez Zoto, W. (2019). *Remoción de Plomo empleando biomasa de Bacillus subtilis en aguas contaminadas de la quebrada Llaca Puquio, Quiruvilca.*
- Cerna Roldán, C., & Montes Roca, A. (2019). *Remoción de plomo del agua en el río Santa, sector de Conococha, con residuos de café, Ancash-2019.*
- Cerna Vasquez, W. (2019). *Determinación de la dosis óptima de harina de cáscara de banano para adsorber plomo de agua del río Tingo Maygasbamba.*
- Chalco Quilca, Y. (2018). *Adsorción de plomo (Pb) y cobre (Cu) con biomasa de la cáscara de plátano "musa paradisíaca" en efluentes de la unidad minera Carahuacra, Yauli-La Oroya.*

- Condor Mena, J., & Maza Parrilla, D. (2020). *Remocion de plomo para mejorar el agua de Morrope utilizando carbon activado del endocarpio de aceituna y cáscara de coco.*
- Cribillero , Y., & Rodriguez , J. (2015). *Propuesta de un biofiltro compuesto de choro-arcilla para el sistema de agua en el caserío de Tomeque.*
- Damiola Ogundipe, K., & Adesola Babarinde. (2017). *Comparative study on batch equilibrium biosorption of Cd(II), Pb(II) and Zn(II) using plantain (musa paradisiaca) flower: kinetics, isotherm, and thermodynamics.*
- De La Cruz Rodriguez, L. (2019). *Eficiencia de la celulosa obtenida a partir de raquis de musa paradisiaca para remoción de cadmio en aguas superficiales.*
- Escalante Tucno, E. (2018). *Eficiencia de biosorción de mezcla "Mangifera indica" y "Citrus reticulada" para la remocion de plomo del canal de regadio-Matucana.*
- Fernandez , M., Florez, D., Yactayo, M., & Lovera, D. (2019). *Removal of heavy metals from mining effluents, using fruit peels.*
- Haq Nawaz, Khadim, B., & Hanif, M. (2016). *Biosorption of Pb (II) and Co (II) on red rose waste biomas.*
- Herrera, L. (2015). *Bioadsorción de cromo hexavalente de soluciones acuosas utilizando cáscara de plátano. Xalapa.*
- Kaywood Elijah, L., Aqeel Ashraf, M., Jalal Khan, A., & Haroon Rashid. (2018). *Adsorption studies of pb²⁺ and mn²⁺ ions on low-cost adsorbent: unripe plantain (musa paradisiaca) peel biomass.*
- López Bravo, H., & Pincay Mejia, J. (2020). *Evaluación de la eficiencia de bioadsorción de cáscara de banana (musa paradisiaca) para la remoción de plomo en aguas residuales de la lubricadora "Lubriautos Mafriss".*
- Mendoza Quintos, D. (2018). *Efecto de la granulometría y peso de cáscara de citrus sinensis (naranja) en la remoción de plomo en aguas de la laguna de Pías-Pataz.*
- Nkechi Emea, I., & Chizaram Anderson , A. (2018). *Use of agro-waste (musa paradisiaca peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water.*
- Ogunleye, O., Adio, O., & Salawudeen, T. (2014). *Removal of lead (II) from aqueous solution using banana (musa paradisiaca) stalk-based activated carbon.*
- Ogunleye, O., Ajala, M., & Agarry, S. (2014). *Evaluation of biosorptive capacity of banana (musa paradisiaca) stalk for lead (II) removal from aqueous solution.*

- Okareh, O., & Adeolu, A. (2015). *Removal of lead ion from industrial effluent using plantain (musa paradisiaca) wastes.*
- Paladines Condoy, D., & Tinoco Loayza, B. (2019). *Obtención de celulosa a partir de raquis de banano aplicado a la remoción de plomo y cadmio en solución acuosa.*
- Pathak, D., & Sachin, A. (2015). *Fruit peel waste as a novel low-cost bio adsorbent.*
- Pedraza, R. (2019). *Aprovechamiento de la cáscara de plátano (musa paradisiaca) para la elaboración de betún artesanal en el Socorro, Santander.*
- Quispe Condori, J., & Quispe Machaca, S. (2019). *Bioadsorción con una bioresina intercambiadora de cationes a partir de la musa paradisiaca (cáscara de plátano), para eliminar metales pesados en aguas contaminadas provenientes de la planta concentradora de minas Bateas.*
- Ramirez Cajaleon, Y. (2016). *Aplicación de la cáscara del musa paradisiaca, para la remoción de metales pesados (hierro, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de las localidades de eslabón y mitucro-Independencia-Huaraz-Ancash.*
- Ramirez Franco, J., & Enriquez Enriquez, M. (2014). *Lead (II) removal using lignin obtained from pseuostem banana treatment.*
- Rincón Vallejo, V., & Vásquez Galindo, O. (2016). *Evaluación de la viabilidad del aprovechamiento de la cáscara de banano para la remoción de plomo en las aguas de riego de cultivos de lechuga, en un estudio de caso en la vereda Bosatama, del municipio de Soacha, Cundinamarca.*
- Rodriguez Flores, K. (2017). *Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (musa paradisiaca) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel de laboratorio, Sjl.*
- Rojas , J., Quinteros, V., & Benavides , F. (2015). *Evaluación del aprovechamiento de subproductos generados a partir del procesamiento industrial del plátano (Musa paradisiaca) variedad hartón, en el municipio de Sotomayor del departamento de Nariño .*
- Tejada, C. (2015). *Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico.*
- Terán Chilon, J. (2019). *Tratamiento de drenaje ácido de mina, por electrólisis para la remoción de plomo, Hualgayoc-Cajamarca.*
- Vejarano, R., Gurreonero Fernandez, J., & Castillo Herrera, A. (2017). *Adsorption of lead (Pb) from contaminated aqueous mediums using banana (musa paradisiaca) peel.*

Vera Montaña, B., & Brito Benavides, M. (2018). *Uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) modificada con quitosano, como agente biosorbente de plomo en aguas residuales sintéticas.*

ANEXOS

Anexo 3.- Análisis de cascara seca de banano maduro con FRXDE



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 22 - LAQ/2021

Análisis de cáscara seca de banano maduro por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cáscara seca de plátano maduro a pedido de los Bachs. **Obeso Román, Bonnie Fiorella Greysi y Vega Villareal, Engels**, como parte de su proyecto de tesis para titulación a ser sustentada en la Universidad César Vallejo, sede Lima:

“Remoción de Plomo Mediante el Uso de Polvo d Cáscara de *Musa Paradisiaca* (Banano), a Nivel de Laboratorio.”

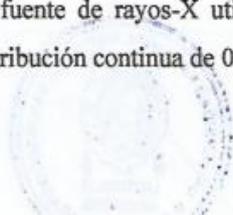
.La muestra había sido previamente secada al sol y tratada térmicamente a 110°C y está en la forma de grano fino (malla 200) de color marrón oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s sutilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2800 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

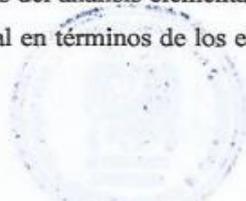
L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de cáscara seca de banano tratada. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1. muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

estas concentraciones es bastante menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en su mayor parte por compuestos orgánicos que contienen O, C, H y otros elementos ligeros. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cáscara seca de *musa paradisiaca* en % de masa.

Elemento	Concentración % masa
Al	1.333
Si	1.064
P	0.636
S	0.455
Cl	3.239
K	9.778
Ca	0.641
Ti	0.023
Mn	0.012
Fe	0.144
Ni	0.001
Cu	0.003
Zn	0.009
Br	0.006
Sr	0.004
Zr	0.005
Sub-Total	17.350
Otros (O,C)	82.650
Total	100.000





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

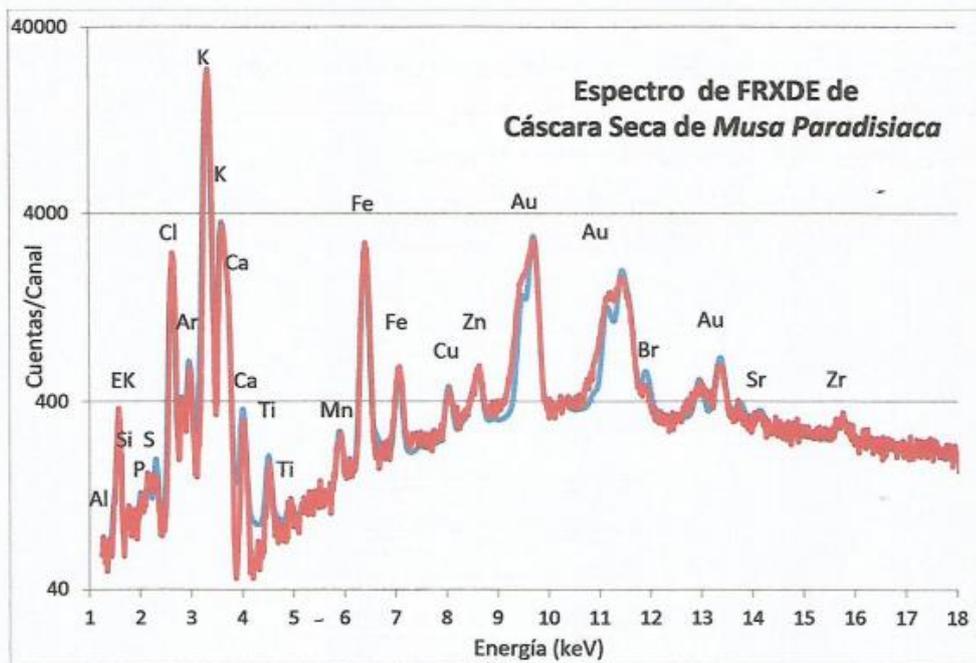


Figura 1. Espectro de FRXDE de cáscara seca de banano maduro tratada térmicamente en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire como el pico de escape de K (EK), y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 14 de octubre del 2021

Anexo 4.- Panel Fotográfico



Material pesa 255.1 gr antes de meter al horno



El material se lleva al horno a 110 °C



Después el material pesa 205.2 gr



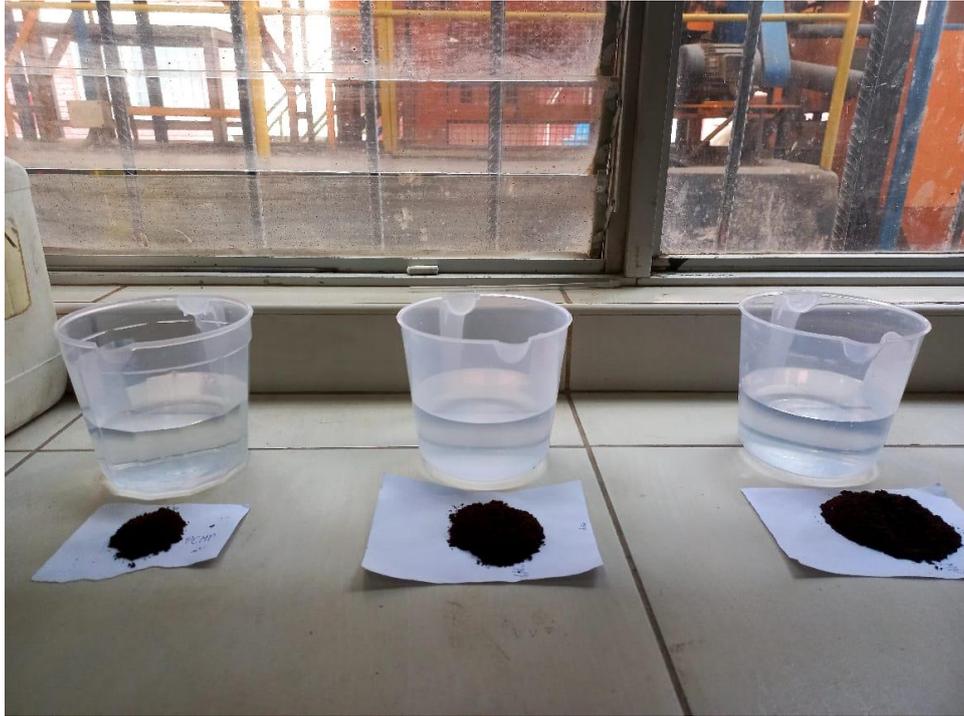
Se procede a triturar el material para obtener el polvo de cáscara de banano



Lo pasamos por la malla 200 para obtener un material muy fino



Se lleva a la balanza analítica a pesar 5,15 y 25 g/l



Se tiene listo el polvo de cáscara de banana con el agua.



Se lleva al agitador mecánico.



Se tienen listas las 3 muestras contaminadas con plomo, para llevar al laboratorio

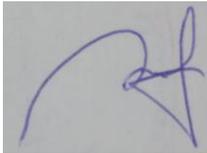
Declaratoria de Originalidad del Autor

Nosotros , Obeso Roman Bonnie Fiorella Greysy, Vega Villarreal Engels egresados de la Facultad Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: “Remoción de Plomo Mediante el Uso de Polvo de Cáscara de Musa Paradisiaca(Banano), a nivel de laboratorio”. Es de nuestra autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 24-11-2021

Apellidos y Nombres del Autor Obeso Roman Bonnie Fiorella Greysy Vega Villarreal Engels	
DNI: 47822928 45519925	Firma  
ORCID: 0000-0003-3148-2615 ORCID: 0000-0002-0559-734X	