



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Bioadsorción con Harina seca (cáscara de *musa paradisiaca* sp)
de Arsénico y Plomo en muestras de agua superficial**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Carbajal Vásquez, Jhimy Carlos (ORCID 0000-0001-8678-6179)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID 0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad Ambiental y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todos mis familiares por la ayuda incondicional que me brindaron y sobre todo a mis padres por todo el apoyo y dedicación que tienen hacia mi persona.

AGRADECIMIENTO

A las personas que tengo que agradecer es a mi familia, de una u otra manera me brindaron mucho apoyo, un agradecimiento especial a mis padres porque gracias a su apoyo, moral y económico, he podido formarme profesionalmente y a todos aquellos que me apoyaron moralmente y que ahora no están con nosotros.

Agradezco también a todos los profesores que me formaron profesionalmente dentro de la universidad, quienes nos impartieron sus conocimientos y enseñanzas durante mi permanencia.

Índice de contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	vii
ABSTRAC	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGIA	12
3.1. Tipos y diseño de investigación.....	12
3.1.1. Tipo de investigación.....	12
3.1.2. Diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	14
3.3.1. Población	14
3.3.2. Muestra	14
3.3.3. Unidad de análisis	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.4.1. Técnicas.....	15
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimiento	16
3.5.1. Obtención de Harina de Cáscara de Plátano (<i>Musa Paradisiaca</i> sp.).....	16
Fuente: Elaboración propia.....	17
3.5.2. Tratamiento.....	18
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS	20
4.1. Pesajes de cáscara de plátano (musa paradisiaca)	20
4.2. Parámetros iniciales del agua natural	21
4.3. Prueba con la harina seca (cáscara de musa paradisiaca).....	22
4.4. Prueba de jarras con la harina seca (cáscara de musa paradisiaca)	25
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1	Características de la cáscara de plátano	10
Tabla 2	Tratamientos.....	18
Tabla 3	Peso húmedo y seco de las cáscaras de plátano.....	20
Tabla 4	Parámetros iniciales del agua del Río Lacramarca.....	21
Tabla 5	Parámetros fisicoquímicos iniciales.....	22
Tabla 6	Resultados de antes y después del tratamiento.....	23
Tabla 7	Prueba de jarras con las dosis.....	25
Tabla 8	Diferencia de resultados.....	25
Tabla 9	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	29
Tabla 10	Prueba de comprobación de hipótesis mediante ANOVA.....	29
Tabla 11	Porcentaje de remoción de Arsénico.....	30
Tabla 12	Resumen de Tratamientos.....	31
Tabla 13	Diferencia de resultados.....	32
Tabla 14	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	35
Tabla 15	Prueba de comprobación de hipótesis mediante ANOVA.....	35
Tabla 16	Porcentaje de remoción de Plomo.....	36
Tabla 17	Resumen de tratamientos.....	37

Índice de figuras

Figura 1	Proceso para la obtención de la harina seca de cáscara de plátano.....	17
Figura 2	Cáscara en Húmedo (izquierdo), cáscara en seco (derecho).....	21
Figura 3	Concentración de Arsénico antes y Dosis de 3g	26
Figura 4	Concentración de Arsénico antes y Dosis de 6g	27
Figura 5	Concentración de Arsénico antes y Dosis de 3g y 6g	27
Figura 6	Concentración de Arsénico antes y después de la Dosis de 3g y 6g.....	28
Figura 7	Concentración de Plomo antes y Dosis de 3g.....	32
Figura 8	Concentración de Plomo antes y Dosis de 6g.....	33
Figura 9	Concentración de Plomo antes y Dosis de 6g.....	33
Figura 10	Concentración de Plomo antes y después de la Dosis de 3g y 6g.....	34
Figura 11	Temperatura antes y después de la Dosis de 3g y 6g.....	38
Figura 12	pH antes y después de la Dosis de 3g y 6g.....	39
Figura 13	Conductividad antes y después de la Dosis de 3g y 6g.....	40

RESUMEN

El departamento de Ancash, precisamente la provincia del Santa, Chimbote, es una de las ciudades más contaminadas en la costa norte del País, relacionadas a vertimientos de aguas residuales industriales pesqueras, actividad agrícola y mineras, en las playas y ríos respectivamente, por ese motivo el principal objetivo de la investigación fue la de reducir la concentración de metales pesados como el plomo y arsénico en agua natural, con el uso de la Harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp), así mismo identificar si los parámetros, como es el pH, conductividad, temperatura, tiempo, dosis de harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) interfieren en el proceso de bioadsorción.

Se realizó con el muestreo por conveniencia la cual indica que está conformado por la accesibilidad, disponibilidad y necesidad; con 2 tratamientos T1 y T2, de 10 repeticiones cada una, siendo la unidad experimental de 1 litro de muestra de agua superficial contaminada identificada con plomo y arsénico, además de otros metales. El tipo de investigación es aplicada de diseño pre experimental, se le aplicó dosis de harina seca, con tiempo de contacto de 10 minutos; los tratamientos fueron de 3 y 6 gramos. Luego del tratamiento se realizó el análisis correspondiente para determinar la eficiencia del bioadsorbente, la cual se desarrolló en laboratorio determinando la presencia de metales en el agua. En conclusión, el tratamiento resultó eficiente ya que se pudo precisar la reducción de Arsénico y Plomo en todos los tratamientos. Se pudo determinar que la harina seca sirve como bioadsorbente en agua natural contaminadas con metales, como el Plomo y Arsénico.

Palabras clave: parámetros, concentración, eficiencia, bioadsorbente.

ABSTRACT

The department of Ancash, precisely the province of Santa, Chimbote, is one of the most polluted cities on the north coast of the country, related to discharges of industrial fishing wastewater, agricultural and mining activity, on the beaches and rivers respectively, for that reason The main objective of the research was to reduce the concentration of heavy metals such as lead and arsenic in natural water, with the use of dry flour (musa paradisiaca sp shell), as well as to identify if the parameters, such as the pH, conductivity, temperature, time, dose of dry flour (musa paradisiaca sp. husk) interfere in the bioadsorption process.

It was carried out with convenience sampling, which indicates that it is made up of accessibility, availability and need; with 2 treatments T1 and T2, of 10 repetitions each, being the experimental unit of 1 liter of contaminated surface water sample identified with lead and arsenic, in addition to other metals. The type of research is applied with a pre-experimental design, doses of dry flour were applied, with a contact time of 10 minutes; the treatments were 3 and 6 grams. After the treatment, the corresponding analysis was carried out to determine the efficiency of the bioadsorbent, which was developed in the laboratory by determining the presence of metals in the water. In conclusion, the treatment was efficient since it was possible to specify the reduction of Arsenic and Lead in all treatments. It was determined that the dry flour serves as a bioadsorbent in natural water contaminated with metals, such as Lead and Arsenic.

Keywords: parameters, concentration, efficiency, bioadsorbent.

I. INTRODUCCIÓN

En la investigación se conocerá la eficacia de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca sp*), de aguas contaminadas por metales pesados principalmente aquellos que son más importantes y conocidos que son el plomo y arsénico; ha sido precisar en primera instancia la realidad problemática, de la siguiente manera: Una de las preocupaciones más importantes en el “Mundo”, es la contaminación del agua, que proviene de la presencia de agentes contaminantes como los metales pesados generados por las actividades mineras legales e ilegales principalmente. La minería, es una de las grandes actividades económicas que realiza el hombre, ya que es importante para los países que se encuentran en el camino para el desarrollo.

La actividad minera es una de las causantes de muchos impactos ambientales en nuestro país, tanto en el agua como en el suelo y aire; así mismo indicar que es una parte principal del desarrollo económico del Perú, esta actividad ha conseguido cosas positivas, pero cabe resaltar que debido a la escasa preocupación o interés ambiental que existe, se generó en los últimos años aspectos negativos.

Franco, et al (2016); en su investigación indicó que no cabe duda de que esta actividad y otras actividades importantes para el desarrollo de las sociedades modernas han provocado un aumento excesivo de metales en el agua, suelo, plantas y los animales.

También hay que precisar que existen grupos de elementos de metales y no metales, normalmente se pueden encontrar en el ambiente en pequeñas cantidades, a estos elementos se les toma mucha importancia ambiental por ser tóxicos para los seres vivos cuando sobrepasan el nivel de concentración predeterminado.

Estos son agentes tóxicos muy contaminantes (los metales), ya que sus características principales para el deterioro del medio ambiente son: la persistencia, la bioacumulación, la biotransformación y la elevada toxicidad, hacen que se instale en el ecosistema por largo tiempo, dado que su eliminación natural es muy difícil según Rodríguez, (2017).

El agua tiene un valor muy importante tanto para la salud como para el desarrollo económico de un país, el Perú debido a su estructura montañosa y por la economía dependiente de las actividades de extracción de minerales, genera dispersión de contaminantes químicos, especialmente metales, que llegan a alcanzar hasta el agua de consumo humano, generando una exposición de riesgo a la salud; la contaminación expone a la población, el cadmio en el norte del Perú, el plomo en la central y el arsénico en el sur, los tratamientos fisicoquímicos cada vez son más costosos, en ese contexto los conflictos ambientales tienen más presencia de metales pesados indicado por Villena, (2018). Priyanka (2017), señala que la cáscara de banana es uno de los absorbentes económicos y eficaces para la adsorción de metales como el plomo (Pb).

Cabe precisar que Lima es una de las ciudades más contaminada en el Perú, y el río Rímac es el principal abastecedor de agua de la capital el cual es afectada por diversos agentes contaminantes y de diferentes tipos. En la cuenca del Río Rímac se recibe relaves mineros y aguas ácidas, en la cuenca media la mayor contaminación la recibe por parte de las actividades agrícolas, lluvias y contaminación microbiana, y en la cuenca baja de aguas servidas (desagües), residuos sólidos y residuos químicos de las industrias establecidas en esa zona según lo indicado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). En el valle Lacramarca siempre existió la actividad agrícola, siendo este el único medio y sustento económico, pero muchas veces esta actividad económica ha originado problemas en el río, así mismo se han identificado mineras informales en el recorrido del río Lacramarca.

Domínguez, Gómez y Ardila, (2016) indica que la actividad minera es muy importante, pero es una de las actividades que contamina debido a la descarga de sus aguas residuales, que contienen metales pesados tóxicos como lo es el mercurio, arsénico, plomo y más, agentes que contaminan el agua, el suelo, los animales y vegetales, por lo que hay una necesidad de poder reducir estos tipos de metales tóxicos de los efluentes mineros como de los cuerpos receptores.

Por otro lado, se tiene la formulación del problema. En donde se planteó la siguiente pregunta ¿La harina seca (cáscara de *Musa paradisiaca* sp), podrá bioadsorber eficazmente el Arsénico y Plomo en aguas naturales superficiales?

Para la justificación de la investigación es debido a esta situación, la necesidad de proponer la alternativa de solución de bioadsorción que puedan minimizar esta realidad que ha ido aumentando, a nivel mundial, las propuestas para realizar procesos de descontaminación, suelen tener una eficiencia comprobada, pero también llegan a tener un alto costo, ya que los gastos efectuados son muy elevados y por ende esta investigación trata de poder evidenciar mediante información recolectada y aplicada, lo que el plátano (*Musa paradisiaca sp*) podría hacer, influenciar en la minimización de los metales pesados y producir consecuencias muy favorables tanto al ambiente como económicamente hablando, así como llenar algunos vacíos de conocimiento que podría haber.

Se pretende con la investigación con estos objetivos que son: objetivo general: Estimar la eficiencia de la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) en la bioadsorción de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales; objetivos específicos: Identificar la cantidad óptima de harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) como bioadsorbente de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales; estimar las condiciones de operación adecuada para la bioadsorción de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

Para la orientación y delimitación de esta investigación se necesita realizar la siguiente hipótesis de investigación: La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales y para la hipótesis nula: La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) no tiene efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

II. MARCO TEÓRICO

El trabajo de investigación también está compuesto por una parte de antecedentes de investigación, por ende, a nivel internacional se manifiesta lo siguiente: Vera y Brito (2018), presentó una investigación titulada “*Uso de la cascara de banano (Musa Paradisiaca) modificada con quitosano, como agente biosorbente de plomo en aguas residuales sintéticas*”, en la Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química de Guayaquil (Ecuador). La cual Indica que los agentes biosorbentes de la cáscara de plátano y quitosano, tienen un gran potencial para la bioadsorción de plomo, teniendo en cuenta que la capacidad de adsorción del plomo oscila entre 0.1635 – 0.1061 mg de pb/g de bioabsorbente, como el porcentaje de bioadsorción de plomo para la muestra de 2 ml de bioadsorbentes es de 68.41% y para la muestra de 4 ml de bioadsorbentes es de 88.81%, confirmando que el polvo de cáscara de banano combinado con quitosano si pueden retener metales pesados en aguas contaminantes. Otra investigación realizada por Díaz, R. [et. al.]. (2016), en el artículo que lleva como titulo “ Kinetic study absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water”. Se estudió por lotes, teniendo como agente principal a la cáscara de plátano para adsorber Cr (VI) la cual dependía de la concentración de iones y el tiempo de agitación, obteniendo como resultado de absorción 2.2 mg/g de Cr (VI) en una concentración de 50mg/l, realizando ajustes con los modelos de isoterma de Langmuir y Freundlinch, concluyendo que las cáscaras de plátano son favorables para la eliminación de cromo y de bajo costo.

Así también Li, [et al.]. (2016) presentó la investigación “*A Green adsorbent derived from banana peel for highly effective removal of havy metal ions from water*”, Royal Society of Chemistry., tuvo como conclusión que la espuma de carbón de plátano (BPCF), tiene la capacidad de adsorción significativamente mayor para los cuatro iones metálicos estudiados (Cu, Pb, Cd y Cr), el adsorbente mantuvo una tasa de aclaramiento satisfactoria para la mayoría de los metales pesados y los equilibrios de adsorción se pueden obtener en 5 a 10 min, en donde se pudo evidenciar que el carbón activado de cascara de plátano es muy eficiente para la eliminación de metales pesados.

De tal modo Sirilert and Maikrang (2018) en el artículo de investigación “*Adsorption isotherm of some heavy metals in wáter on unripe and ripe peel of banana*”,

Naresuan University Journal : Science and Techonogy (NUJST)., indican que la capacidad de adsorción para el cadmio fue de 1.9051 y 2.6185 mg/g usando cascaras de plátano verdes y maduras, respectivamente; para el plomo, la capacidad de adsorción fue de 1.630 y 2.8810 mg/g usando cascaras verdes y maduras, respectivamente, lo cual cabe resaltar que las cáscaras de plátano maduras tienen mayor potencial de adsorción que las cáscaras de plátano verdes para ambos tipos de metales utilizados en la investigación. Para Mohd, [et al.]. (2016) presentó un artículo titulado "*Biosorption of Pb and Cu from aqueous solution using banana peel powder*", Desalination and Water Treatment., en donde obtuvo la siguiente conclusión: que la masa adsorbente de mayor capacidad de adsorción tanto para Pb como para Cu fue de 0.9 g; teniendo como puntos principales concentración de masa y el tiempo de contacto sobre el extracto de cáscara, la adsorción máxima de Pb es de 4 mg/l a los 120 min y fue de 6mg/l a los 150 min, para el Cu, tanto el adsorbente tratado como el no tratado alcanzaron una tasa de adsorción más elevada a una concentración de 2 mg/l con un tiempo de 120 min, se indicó un proceso de adsorción favorable, se indica que la cascara de plátano podría reconocerse como material orgánico adsorbente de metales tóxicos de las aguas residuales industriales.

Otra investigación realizada con la banana fue por Nurzulaifa, [et. al.]. (2016) cuyo título es "*Adsorption of Cu, As, Pb and Zn by Banana Trunk*". Malaysian Journal of Analytical Sciences, la cual comprueba que el tronco del plátano tiene potencial para ser un efectivo adsorbente y económicamente viable, que ayuda con la remoción de tres metales como lo son: (Cu, Pb y Zn), logrando de cada cuatro metales una remoción de más de 90%, mientras que la remoción de As fue de 75.40%, indicando también en cada una de las pruebas realizadas dependen del pH, el tiempo y la dosis; en uno de los lotes se tuvo resultados altos de eliminación con un pH óptimo de 6, 100 minutos de tiempo y dosis de 8 g, la cual se confirma la efectividad del tronco de plátano con la eliminación de metales.

Para Priyanka, (2017): "*A low cost material, banana peel for the removal of lead (II) from aqueous solutions*". International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), precisa que la cáscara de plátano es uno de los adsorbentes económicos y eficaces en la adsorción de iones Pb(II) de una solución acuosa y la adsorción máxima en esta investigación de Pb(II) fue observado a un ph de 7,

tiempo de 80 min; dosis de 0.5 g/100ml y la concentración de 10 ppm, dando como adsorción un 82 %. Así mismo se evidenció en la investigación de Oyewo, *“Application of banan peels nanosorbent for the removal od raioactive minerals from real mine water”*. Journal of environmental radioactivity, Onyango y Wolkersdorfer, (2016), demostraron que las muestras nanosorbentes antes y después de la adsorción tuvieron una característica por difracción de rayos X (XRD), infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), nanoserries zetasizer y mcroscopía electrónica de barrido (SEM), mientras que la concentración de sustancias radioactivas adsorbidas se halló mediante plasma de acoplamiento inductivo óptico espectroscopia de emisión, los cuales los resultados de adsorción eran endotérmicos tanto para el uranio como para el torio la capacidad máxima de adsorción de Langmuir fue 27.1 mg g, 34.13 mg g para el uranio y 45.5 mg g, 10.10 mg g para el torio en el tipo de agua de mina sintética y real, respectivamente.

En la investigación titulada *“Use of agro-waste (Musa paradisiaca peles) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water”* Ibisí y Asoluka, (2018). International SCIRNTIFIC – organization – indicaron que los resultados en esta investigación fueron efectivos eliminando así los iones de plomo (II) y cadmio (II) del sistema acuoso, teniendo unos 60 min de adsorción, y estos fueron influenciados con el pH y temperatura, confirmando también que los estudios isotérmicos son buenos ajustes para la absorción de metales. Por otro lado, Fabre, (2020), con la investigación *“Valuation of banana peles as an effective biosorbent for mercury removal under low environmental concentrations”*. Science of the Total Environment. Se usó la cáscara de plátano como biosorbente del mercurio en diferentes cuerpos de agua, se evaluó las condiciones, dosis, tiempo y la fuerza iónica; el aumento de la dosificación y el tiempo lograron mejorar la calidad de la muestra que fue agua potable, así mismo también se pudo verificar en agua de mar y aguas residuales, confirmando la capacidad biosorbente para tratamientos de aguas con mercurio.

De tal modo Mahindrakar y Rathod, (2018), con la investigación de *“Utilization of banana peles for removal of strontium (II) from water”*. (Environmental Technology & Innovation). La cáscara de plátano como biosorbente de tamaño y tiempo de 10 min funciona eficientemente, e indica que la biosorción fue endotérmica y espontánea según la termodinámica en donde se concluye que elimina eficazmente

el Sr (II) de las aguas residuales. En la investigación de Vijay y Boominathan, (2018): *“Biosorption of Cadmium from Aqueous Solutions by Banana Peel Powder”*. Madras Agricultural Journal. Indican que el porcentaje de adsorción más alto de Cd (II) fue de un 88.01% a partir de las soluciones con 75 ppm y pH 6, en donde se concluye que la cáscara de plátano tiene una alta capacidad de adsorción de metales pesados provenientes de aguas residuales y en este caso que contengan Cd (II). También Deshmukh [et al.]. (2017) en *“Cadmium removal from aqueous solutions using dried banana peels as an adsorbent: kinetics and equilibrium modeling”*. Journal of Bioremediation & Biodegradation. Sustenta que las cáscaras de plátano secas muestran eficiencia para la eliminación de cadmio en agua, teniendo como conclusión que la cáscara de plátano se encuentra fácilmente disponible y se puede utilizar como adsorbente de cadmio de soluciones acuosas. Tejada, Gonzalez y Villabona, (2018), en la investigación de *“Comparation of Banana Peel Biosorbents for the Removal of Cr(VI) from Water”*. University of Cartagena – (Colombia), el trabajo fue centrado en la eliminación de iones de Cr (VI) utilizando como biosorbente la cáscara de plátano a fin de reducir el impacto ambiental, obteniendo la absorción máxima de Cr(VI) del 93.35% que se logró bajo condiciones operativas adecuadas (pH 3 y dosis de 6g/l), indicar que el recubrimiento con quitosano afecta significativamente el rendimiento de la biomasa para la eliminación de metales pesados, entonces, se concluye que la cáscara de plátano es una propuesta atractiva como adsorbente de Cr(VI) con alta eficiencia y bajo costo. También se indica en la investigación de Mohamed [et al.]. (2020), *“Adsorption of Heavy Metal ion Banana Peel Bioadsorbent”*. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing; la fabricación de un bioadsorbente de la cáscara de plátano se encontró es eficaz para la eliminación de Fe²⁺ y Pb²⁺ en el agua, los resultados que se obtuvieron demostraron una gran eficacia para aplicar el bioadsorbente de bajo costo derivado de la cáscara de plátano, esta podría sustituir al carbón activado para la eliminar los metales pesados de efluentes industriales, las cuales ofrecen una cantidad de ventajas prometedoras; fue lo que indicaron en la investigación realizada.

Para Shanmuharajan y Kumar (2016) en cuya investigación titulada *“Experimental Study on Heavy Metal Removal from Textile Industrial Wasterwater using Banana Peel and Activited Carbon from Coconut Shell as an Adsorbent”*. International

Journal on Applications in Engineering and Technology. En este estudio de eliminación de metales pesados como el cromo proveniente de efluentes de industrias, se consideró la cáscara de plátano y el carbón activado producido a partir del coco respectivamente, concluyendo que los dos materiales adsorbentes son eficaces para la eliminación de metales pesados en efluentes industriales. En la investigación titulada “*Adsorption/desorption, Kinetics and Equilibrium Studies for the Uptake of Cu(II) and Zn(II) onto Banana Peel*”. International Journal of Chemical Reactor Engineering. Bhagat y Gedam, (2020), muestran la eficiencia en eliminación de iones de cobre y zinc en el agua y para optimizar los factores involucrados en este proceso de adsorción, los estudios de optimización, cinética y equilibrio del proceso, la adsorción se favorece por encima de pH 5; también se observó la capacidad de adsorción más alta para la isoterma de Langmuir para Cu(II) y Zn(II) fue de 61.728 mg/g y 55.56mg/g, respectivamente.

“*Study of the Adsorption Kinetics of Iron ion from Wastewater Using Banana Peel*”. International Journal of Advances Research Chemical Science. Sherestha, (2018), encuentra que el porcentaje de eliminación del Fe (II) de la solución acuosa donde la absorción máxima que se encontró fue de pH 3.0 a la concentración inicial de 2 mg/l, donde se alcanzó 4 horas aproximadamente de agitación para alcanzar el equilibrio de absorción de Fe (II). Para Mendoza (2016) de la Universidad de San Carlos (Guatemala), en la “*Evaluación de la capacidad biosortiva de la cáscara en la eliminación de cobre divalente (cu^{+2}) de una solución de sulfato de cobre pentahidratado, a escala laboratorio, mediante espectrofotometría visible*”, se puede evidenciar que la cáscara de plátano puede reducir la concentración de cobre divalente en una solución de sulfato de cobre pentahidratado en un 12 % utilizando 0.2 gr de cáscara de banano de 0.6mm, considerando un tiempo de 5 min a 25°C y pH de 11; así mismo indica que la temperatura no incide de manera significativa en la remoción del cobre, por la cual propone una temperatura de 25°C. Para Aderibigbe, [et. al.]. (2017) en su investigación que lleva como título “*Adsorption Studies of Pb^{2+} from Aqueous Solutions Using Unmodified and Citric Acid – Modified Plantain (*Musa paradisiaca*) Peels*”; afirma que las cáscaras de plátano pueden modificarse químicamente. En la investigación se observó que las cáscaras de plátano modificadas con ácido cítrico pueden eliminar más Pb^{2+} que la muestra de cáscara de plátano que no es modificada; para las cáscaras de plátano

con ácido fueron modificadas con pH, dosis de adsorbente y temperatura, teniendo mayor eficiencia en adsorción del metal.

En la investigación de Nkeeh, Obunwo y Konne, (2020), "*Removal of Cadmium from Aqueous solution using Ripe Plantain Peels and Clay Composite*", se pudo evidenciar que la cáscara de plátano cuenta con potencial para la absorción de cadmio en una solución acuosa, mencionando que las mezclas compuestas dependen de las condiciones del pH, la concentración y el tiempo; menciona también que las cáscaras de plátano que suelen ser un problema para el ambiente se le podría dar uso para eliminar los metales pesados y ayudar a reducir su amenaza y mejorar la gestión eficaz de residuos.

Para Ali, Saeed y Mabood, (2016), en la investigación "*Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent*". Indican que las cáscaras de plátano tratadas químicamente actúan con eficiencia para la eliminación de Cr(VI) en el agua, y se pudo encontrar que el pH adecuado para Cr(VI) era de 3.0, dosis de adsorbente de 4g/l con una concentración de 400 mg/l, de una duración de contacto de 120 min.

En la investigación de Mondal, et. al. (2017), de: "*Enhanced chromium (VI) removal using banana peel dust: isotherms, kinetics and thermodynamics study*", donde se descubrió que el polvo de la cáscara es un biosorbente eficaz para la eliminación de Cr(VI) en un medio acuoso, se observó que el pH óptimo para la eliminación de Cr(VI) que se registró es de 1, también se demostró que la constante de Langmuir mostró que es una buena opción para la eliminación de Cr(VI), en donde se concluye que la materia adsorbente es eficaz y eficiente para la eliminación de cromo de efluentes industriales.

Por otro lado, los antecedentes a Nivel Nacional, en la que, Ramírez, (2018), que lleva como título "*Aplicación de la cascara de la musa paradisíaca, 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, diciembre 2015 – julio 2016*". Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, (Ancash), se logró identificar los niveles de Hierro, Níquel y Plomo en la muestra (manantial de la Quebrada de Jacahuain), son: 0.325 mg Fe/l, 0.27 mg Ni/l y 0.190 mg Pb/l, teniendo claramente que sobrepasan los límites máximos permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA-

DIGESA y Estándares de Calidad Ambiental para agua D.S N° 015-2015-MINAM, concluyendo que hay una contaminación, así mismo una vez efectuando el trabajo en la primera etapa las 4 primeras pruebas realizadas la jarra N° 04 fue elegida como la de mejor resultado, obteniendo Hierro y Níquel una concentración de 0.007 mg Fe/l y <0.02 mg Ni/l en donde fue agregado el medio absorbente de cascara de musa paradisiaca (plátanos), en donde las concentraciones iniciales fueron de 0.325 mg Fe/l, 0.27 mg Ni/l, obteniendo un buen resultado. En la segunda etapa las concentraciones obtenidas fueron: <0.005 mg Fe/l, <0.02 mg Ni/l y 0.175 mg Pb/l, con 16.20 mg de coagulante, cuando las concentraciones iniciales de la muestra fueron 0.189 mg Fe/l, 0.07 mg Ni/l y 0.257 mg Pb/l comprobando que las concentraciones de Hierro y Níquel redujeron mientras que el Plomo bajó, pero no cumplió con la Norma.

Siguiendo con la investigación en esta parte se abordará las definiciones y características de las variables a estudiar, ya que son fundamentales para poder entender la presente.

Cáscara de musa paradisiaca sp, para Garcia, [et, al.]. (2016), la cáscara de plátano tiene una capacidad importante como la de limpiar aguas contaminadas por metales de manera accesible. En la cáscara de plátano existen moléculas con carga negativa; y estas moléculas tiene el poder de atracción sobre las cargas positiva de los metales pesados. En su composición cuenta con elementos capaces de adsorber metales pesados, las características del plátano es que es capaz de absorber contaminantes generados por fertilizantes agrícolas, las cuales tienen presentes el uranio y otros metales.

Tabla N°01: Características de la cáscara de plátano

PARAMETRO	CASCARA DE PLATANO
Carbono %	36.69
Hidrogeno %	3.98
Nitrogeno %	0.69
Azufre, ppm	0.12
Cenizas %	7.20

Pectina %	2.84
Lignina %	18.11
Celulosa %	20.90
Hemicelulosa %	7.92

Fuente: Según Tejada [et al.]. (2014) (como se citó en Carbajal 2017)

Metales pesados en agua, según Gómez (2020)., la definición correspondiente a los metales cuyas densidades son mayores que 5g/ml, como lo son el plomo (pb), arsénico (as), cadmio (cd), cromo (cr) y el mercurio (hg), estos son causados por diferentes naturales como antrópica, siendo esta la que contribuye con mayor cantidad en contaminaciones ambientales.

Principales factores de la bioadsorción, para que el bioadsorbente sea eficiente, el pH debe ser el parámetro más importante que se debe tener en cuenta, dado que afecta la solubilidad de los metales, también la Temperatura, si la T^o es alta puede modificar la estructura del solvente. Según Tejada [et al.]. (2014) (como se citó en Carbajal, 2017)

La bioadsorción es un fenómeno que ocurre por intercambio catiónico, precipitación o atracción electrostática. Tovar, Ortiz y Jaraba, (2015)

El plomo como contaminante indicó Rodriguez (2017), encontrado de una forma natural en la corteza terrestre, superficialmente o profundo, es uno de los metales responsables de la contaminación de aire, suelos, agua y alimentos. Contaminante distribuido natural o antropogénicamente.

El arsénico como contaminante se indica por parte de Escalera y Ormechea., (2017) es muy frecuente en acuífero, sedimentos fluvio-lacustres, generalmente se encuentra con arcilla, limo y/o arena, así mismo indicar que la salinidad está vinculada al arsénico. El arsénico es inflamable e inodoro. Se indica que el arsénico tiene fácil movilización en condiciones naturales, pero el hombre ha tenido un gran impacto con la actividad como la minero metalurgia

III. METODOLOGIA

3.1. Tipos y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Por la naturaleza de los datos, el tipo de estudios es aplicada ya que se caracteriza y busca la aplicación o utilizar los conocimientos adquiridos de investigaciones anteriores a esta. (Baena, 2017)

3.1.2. Diseño de investigación

Pre experimental porque según Mejia, Naranjo y Santamaria, (2018), es cuando se realiza una medición al inicio de la variable independiente (pre test) y otra medición después que se le aplico el estímulo (post test).

G O1 → X → O2

G = Grupo de interés

O1= Pre test o medición inicial

X = Estimulo o tratamiento

O2 = Pos test o medición

final

3.2. Variables y operacionalización

VARIABLE	DEFINICION TEORICA	DEFINICION OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO ESTADISTICO	ESCALA	INSTRUMENTOS
VD: ARSENICO Y PLOMO EN AGUA NATURAL SUPERFICIAL	Son altamente peligrosos para la salud humana como para el agro ecosistema, los metales son persistentes en el cuerpo humano y cuentan con muchos efectos tóxicos. (Garcia - Cespedes, 2016)	Para medir la concentración de metales pesados, donde se tomará muestras para luego realizar los análisis en el laboratorio	nivel de metales	<ul style="list-style-type: none"> Concentración inicial (mg/l) Concentración final (mg/l) conductividad 	cuantitativa	razón	<ul style="list-style-type: none"> ficha de recolección de datos y caracterización cadena de custodia informe de ensayo Ficha de campo *D.S. 004-2017-MINAM Reporte Fotográfico
VI: BIOADSORCION CON HARINA SECA	Tiene la capacidad importante como la de limpiar aguas contaminadas por metales pesados de manera eficaz y barata. La cascara de plátano tiene moléculas con poder extractivo sobre las cargas positivas de los metales pesados. Es capaz de absorber metales de fertilizantes agrícolas como el Uranio y otros metales más. (Garcia et. al. 2016)	La cascara de musa actúa en un medio coexistente donde los metales pesados se encuentran realizando la eliminación de estos.	<ul style="list-style-type: none"> Concentración condiciones operativas 	<ul style="list-style-type: none"> dosis optima (mg/l) tiempo pH 	cuantitativa	razón	<ul style="list-style-type: none"> ficha de recolección de datos y caracterización cadena de custodia informe de ensayo Ficha de campo *D.S. 004-2017-MINAM Reporte Fotográfico

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Es el conjunto de datos en donde se usan procedimientos para desarrollar el estudio de un conjunto a la cual se le denomina población y que este unido a los que se va a estudiar. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018) (Pg. 88)

La investigación tuvo como población el agua natural superficial proveniente del Río Lacramarca – Chimbote

3.3.2. Muestra

Es una parte del universo de una población, se puede definir que es una pequeña parte de la población la cual permite conocer datos específicos. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018) (Pg. 93)

Muestreo por conveniencia: está conformado por lo que se tiene acceso, disponibilidad y necesidad, este puede encontrarse en el momento adecuado y oportuno de acuerdo a la necesidad del investigador. Mencionado por Cortés, 2004, (referenciado por Cabezas, Andrade y Torres, 2018, Pg. 100)

Aplicando el tipo de muestreo no probabilístico debido a que se utilizó el muestreo por conveniencia.

- Acceso al punto de muestreo
- Se tomó varias muestras para optar por la muestra representativa.

Finalizando con una muestra de 20 litros. Asimismo, se hace referencia a Beltran y Campos, (2016), ya que en su investigación solo se realizó con 1000 ml (1 litro) de muestra para su evaluación en laboratorio, ya que solo es necesario una pequeña muestra para analizarla y poder obtener los resultados.

3.3.3. Unidad de análisis

De acuerdo con Hernández [et. al.]. (2018), Es el "qué" se está estudiando o a "quién" se está estudiando. En la investigación es

la concentración Plomo y Arsénico presentes en las muestras de agua natural superficial como la eficiencia de la dosis de cáscara de plátano.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Observación, de acuerdo con Hernández [et. al.]. (2018), “consiste en recolectar información valida y confiable a través de criterios tomados por el investigador” (p.252)

Se identificó el lugar de estudio, se ubicó el lugar de muestreo, se tomó la muestra de 20 Litros aproximadamente, de un punto de muestreo para las pruebas correspondientes.

Análisis documental, se debe saber elegir y saber utilizar la información obtenida, como también examinar y saber la autenticidad, según lo indicado por Bernardo, Carbajal y Contreras, 2019. (p. 97)

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron para la obtención de datos son: el informe de ensayo, cadena de custodia, cuaderno de campo y reporte fotográfico.

- Informe de ensayo: es un documento, la cual detalla los valores obtenidos de las muestras de los resultados ya analizados en laboratorio acreditado por INACAL.
- Cadena de custodia: proporcionado por el laboratorio que se encuentra acreditado por INACAL, que es utilizado para estudiar y evaluar los resultados. En esta se completa de manera coherente el llenado indicado los parámetros que fueron evaluados, así como tipo de agua, tipo de frasco, volumen, responsable del muestreo, preservantes y otros datos relevantes.
- Cuaderno de campo: formato donde se apunta in situ, los valores obtenidos en campo y observaciones.

- Reporte fotográfico: formato de fotos obtenidas al tomar las muestras en campo.
- Empleo del software Spss versión 25 y Microsoft Excel.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Obtención de Harina de Cáscara de Plátano (*Musa Paradisiaca sp.*)

- **Pelado de plátano (*Musa paradisiaca sp.*)**

Se realizó el pelado de 10 unidades de plátanos, para su posterior secado.

- **Secado**

En este procedimiento se utilizó la cáscara de *Musa Paradisiaca*, secándola por unos 10 días a los rayos del sol para que se deshidrate de manera natural.

- **Triturador y tamizado**

Ya realizado el secado se trituró con la ayuda de un molino, hasta que se obtuvo partículas que pasaran por un cernidor casero (de cocina), la cual se utilizará 90 gr de material absorbente (harina seca de cáscara de plátano *Musa paradisiaca ps*).



Figura 1. Proceso para la obtención de la harina seca de cáscara de plátano.

	<p><i>PELADO</i></p>
	<p><i>SECADO</i></p>
	<p><i>TRITURADO Y TAMIZADO</i></p>

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Tratamiento

En el siguiente cuadro se precisa 2 (dos) tratamientos a evaluarse en las muestras, las cuales serán 20 vasos de 1 litro cada uno, donde equivalen a 10 repeticiones de cada tratamiento.

Tabla Nª 02: Tratamientos

T1	3 gramos de harina de cáscara de <i>musa paradisiaca</i> por Litro
T2	6 gramos de harina de cáscara de <i>musa paradisiaca</i> por Litro

Fuente: Elaboración propia.

Repeticiones

- **Para el primer tratamiento de 3 gr/L:**
10 repeticiones por un periodo de 10 minutos en contacto del bioadsorbente con la muestra tomada. (5 min de mezcla y 5 min de sedimentación)
- **Para el segundo tratamiento de 6 gr/L:**
10 repeticiones por un periodo de 10 minutos en contacto del bioadsorbente con la muestra tomada. (5 min de mezcla y 5 min de sedimentación)

Los tratamientos fueron desarrollados con la misma granulometría de un cernidor (casero), con el mismo tiempo de contacto (10 minutos). Se tiene un cuadro el cual muestra las condiciones en las que se está dando el tratamiento con sus respectivas repeticiones.

3.6. Método de análisis de datos

Para el procesamiento de los datos antes y después de la intervención del tratamiento se usó el programa Microsoft Excel 2016 y IBM spss 25, también para la obtención de resultados.

3.7. Aspectos éticos

El investigador se comprometió a cumplir y respetar cada uno de los requisitos que pide la casa de estudios.

IV. RESULTADOS

4.1. Pesajes de cáscara de plátano (musa paradisiaca)

Con el uso de la balanza se obtuvo los pesajes promedio de las cáscaras de plátano utilizadas para la investigación, en húmedo es de 78.3 gr y en seco es de 10.2 gr a temperatura ambiente.

Tabla N°3 Peso húmedo y seco de las cáscaras de plátano

PESO DE CÁSCARAS DE PLÁTANO INDIVIDUALES EN (gr)		
Nº de Plátano	Peso húmedo	Peso seco
1	84	11
2	75	11
3	75	8
4	78	9
5	81	11
6	70	9
7	84	11
8	80	11
9	78	10
10	78	11
Promedio	78.3	10.2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar la clara reducción del peso de las cáscaras de plátano, después de haber sido expuestos al sol durante dos semanas 14 días, obteniendo como promedio de 78.3 gr de peso en húmedo y de 10.2 gr de peso en seco.

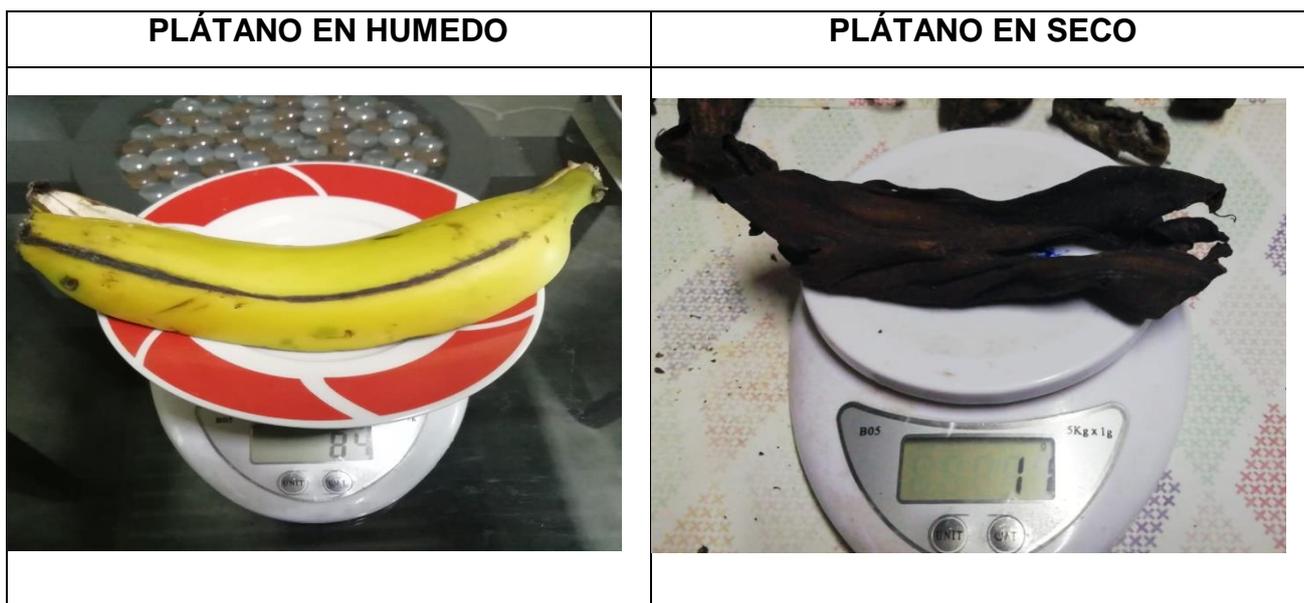


Figura Nº 2 Cáscara en Húmedo (izquierdo), cáscara en seco (derecho)

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Parámetros iniciales del agua natural

Los datos iniciales de concentración de metales del agua natural superficial (Río Lacramarca), realizadas por el Laboratorio acreditado ALAB (Analytical Laboratory) fueron los siguientes:

Tabla Nº4 Parámetros iniciales del Agua de Río Lacramarca

RESULTADOS DE LA MUESTRA ANTES DE TRATAMIENTO (AT)		
	Resultado de ALAB	Valor de ECA (004-2017-MINAM) categoría 4 / E2: Rios
Arsénico (As)	0.025 mg/L	0.15 mg/L
Plomo (Pb)	0.017 mg/L	0.00025 mg/L

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados fueron comparados con el valor del ECA 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, las cuales se pueden visualizar la excesiva cantidad de estos dos metales en el agua, cabe precisar que en Río arriba se pueden visualizar campos de cultivos.

Los datos iniciales de campo como la Temperatura, Conductividad y pH también fueron tomados:

Tabla N° 5 Parámetros fisicoquímicos iniciales

Parámetros fisicoquímicos	Resultado de ALAB	Valor de ECA (004-2017-MINAM) categoría 4 / E2: Rios
Temperatura (°C)	24.2	Δ 3
pH (Unidad de pH)	8.25	6,5 a 9,0
Conductividad (uS/cm)	1660	1000

Fuente : Elaboración propia

En esta tabla se puede mostrar los parámetros fisicoquímicos iniciales de la muestra utilizada.

4.3. Prueba con la harina seca (cáscara de musa paradisiaca)

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en la investigación, como la eficiencia y la cantidad optima de harina seca (cáscara de musa paradisiaca), para los metales como el Arsénico y el Plomo en agua natural superficial (Río Lacramarca), y de acuerdo a las investigaciones obtenidas como base para esta, se consideraron 3 y 6 gramos de cáscara de harina de plátano, para la bioadsorción.

Tabla Nº 6 Resultados de antes y después de tratamiento

Ficha de recolección de datos y caracterización
Bioabsorción con Harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) de Arsénico y Plomo en muestras de agua superficial

DOSIS (gr)	ANTES DEL TRATAMIENTO					TIEMPO DE MEZCLA	SEDIMENTACION	DESPUES DE TRATAMIENTO				
	T°C	Ph	Conductividad	Arsenico inicial (mg/L)	Plomo inicial (mg/L)	5 MIN	Tiempo de reposo (min)	Arsenico final (mg/L)	Plomo final (mg/L)	Ph	T°C	Conductividad (uS/cm)
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.008	0.006	8.73	24.9	2.04
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.008	0.006	8.67	25.2	2.06
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.007	8.81	25.1	2.31
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.007	8.73	24.8	3.12
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.008	0.007	8.75	24.7	3.14
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.007	8.87	24.8	2.03
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.007	8.91	24.6	2.05
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.008	8.86	24.8	2.69
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.008	0.008	8.83	24.8	2.91
3	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	0.009	0.008	8.85	24.9	2.08

6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.81	25.0	2.50
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.79	24.8	3.59
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.85	24.8	2.86
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.80	24.8	3.55
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.81	24.6	3.35
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.84	24.8	2.40
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.75	24.8	3.40
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.80	24.7	3.43
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.80	24.8	2.36
6	24.2	8.25	1660	0.025	0.017	5 MIN	5 MIN	<.0.002	<0.002	8.75	24.8	3.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 6 se puede visualizar los resultados obtenidos antes del tratamiento y después del tratamiento con dosis diferentes de 3 gr y 6 gr, las cuales se realizaron 10 veces la prueba de jarra por cada dosis, con un tiempo de mezcla de 5 minutos y de reposo 5 minutos, con una temperatura antes del tratamiento de 24.2 °C y después del tratamiento más elevados.

4.4. Prueba de jarras con la harina seca (cáscara de musa paradisiaca)

Se promedia las 20 muestras con las diferentes concentraciones y a diferentes tiempos, antes y después del tratamiento.

Tabla N° 7 Prueba de jarras con las dosis

Dosis	Concentración inicial promedio (mg/L)		Concentración final promedio (mg/L)	
	As	Pb	As	Pb
3g	0.025	0.0017	0.0086	0.0071
6g	0.025	0.0017	<0.002	<0.002

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 7**, se puede visualizar las dosis y la concentración de metales antes de la incorporación de las dosis y después de ella.

4.5. Resultados de As, antes de tratamiento, tratamiento de 3g y tratamiento de 6g

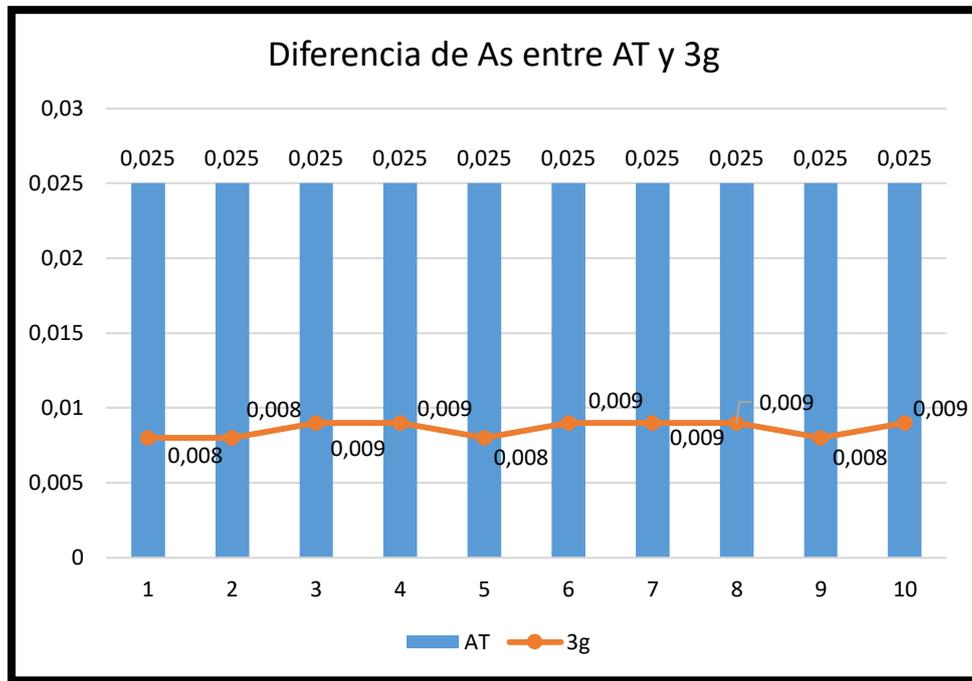
Tabla N°8 Diferencia de resultados

AT	DOSIS	
	3g	6g
As (mg/L)	As (mg/L)	As (mg/L)
0,025	0,008	<0.002
0,025	0,008	<0.002
0,025	0,009	<0.002
0,025	0,009	<0.002
0,025	0,008	<0.002
0,025	0,009	<0.002
0,025	0,009	<0.002
0,025	0,009	<0.002
0,025	0,008	<0.002
0,025	0,009	<0.002

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la **tabla N°8**, que en los 2 (dos) tratamientos hay una clara diferencia de valores, en donde la dosis de 6g es la más eficiente para la bioadsorción de aguas naturales contaminadas con Arsénico, obteniendo un resultado de casi cero.

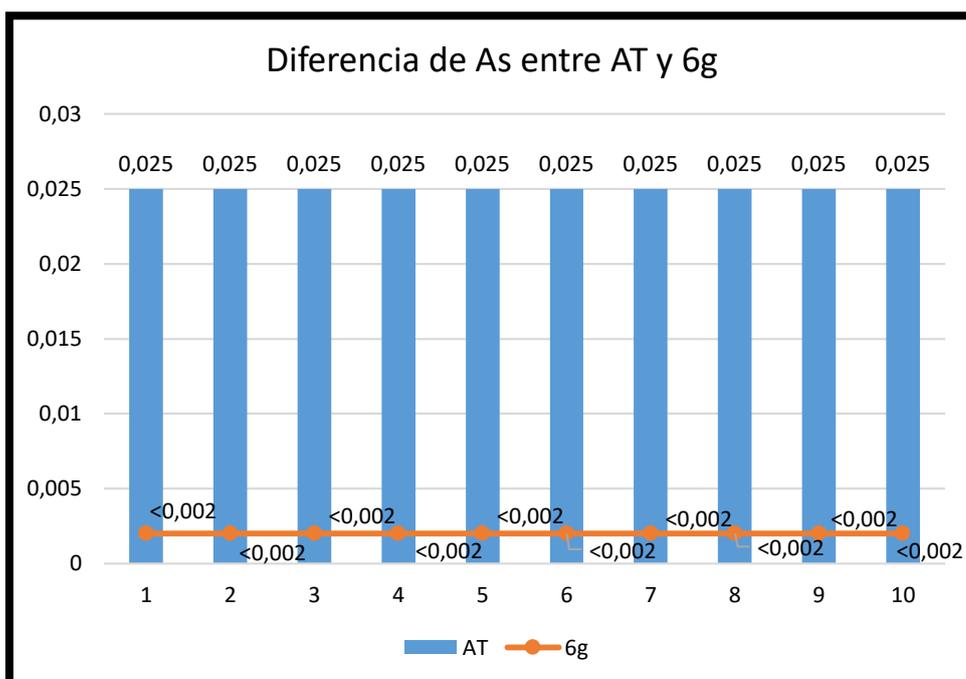
Figura 3 Concentración de Arsénico antes y Dosis de 3g



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la **figura 3** se observa que la dosis (3g) se encuentra debajo del nivel del resultado Antes del Tratamiento (AT), obteniendo un resultado óptimo para la bioadsorción de metales como el Arsénico.

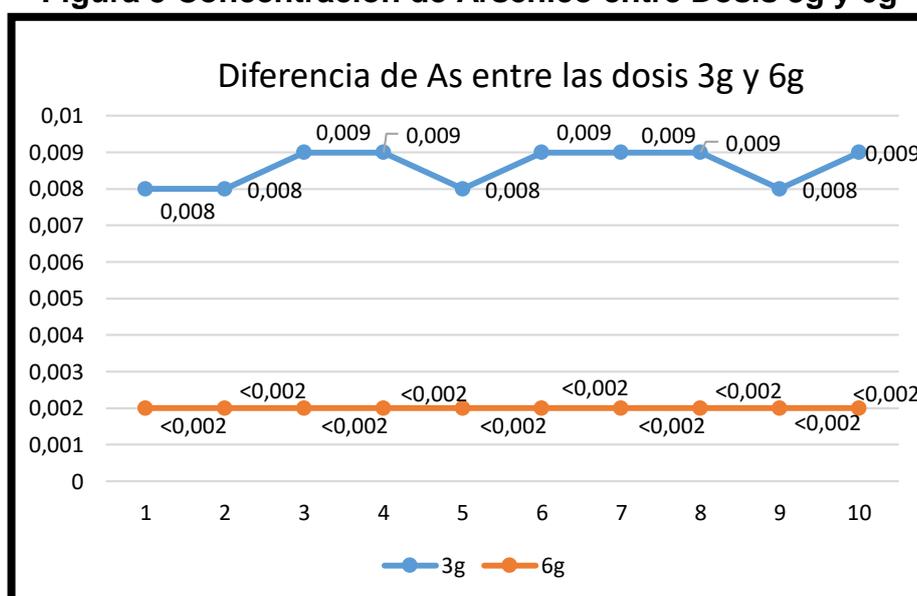
Figura 4 Concentración de Arsénico antes y Dosis de 6g



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la **figura 4** se observa que la dosis (6g) se encuentra debajo del nivel del resultado Antes del Tratamiento (AT), con los resultados casi a cero, la cual demuestra la eficiencia y la dosis óptima para la bioadsorción de Arsénico en aguas naturales superficiales.

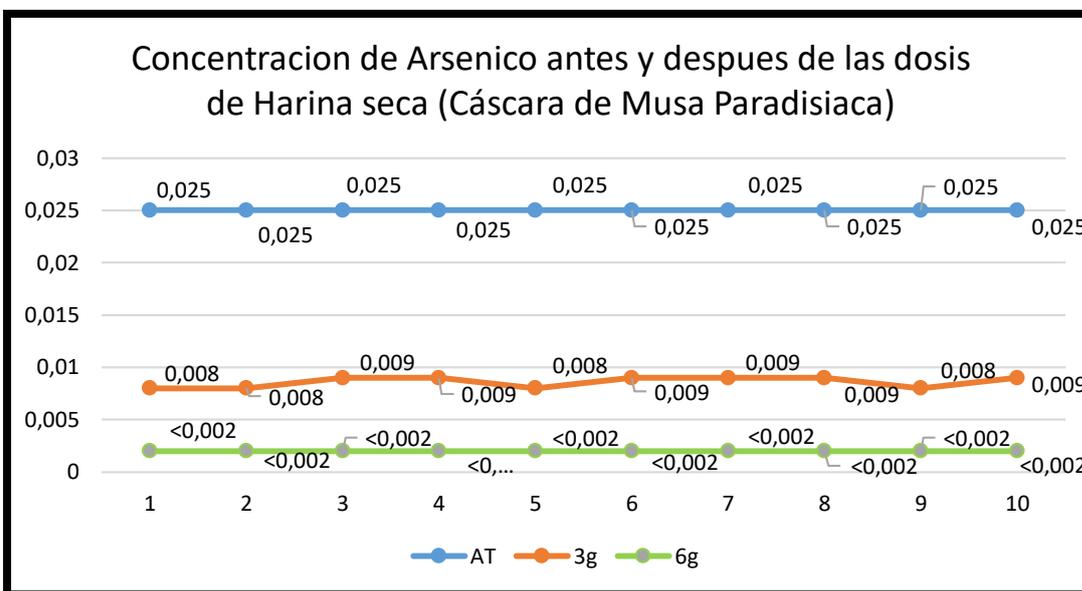
Figura 5 Concentración de Arsénico entre Dosis 3g y 6g



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 5** se puede observar la diferencia que existe entre las dos dosis, y aplicadas con un mismo tiempo, la cual se puede leer que la dosis de 6g es mucho más eficiente que la dosis de 3g en un mismo tiempo y en una misma muestra.

Figura 6 Concentración de Arsénico antes y después de la Dosis de 3g y 6g



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 6**, se observa que existe una diferencia significativa óptima en cada uno del tratamiento, la cual en la dosis de 3g se tiene un gráfico favorable, pero para la dosis de 6g es una eliminación casi en su totalidad de Arsénico en el agua natural superficial.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 9 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes del tratamiento	0,335	20	0,000	0,641	20	0,000
Tratamiento con dosis de 3g	0,210	20	0,021	0,871	20	0,012
Tratamiento con dosis de 6g		20			20	

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de **Shapiro-Wilk**, está indicada para pruebas menores de 50 datos.

Si el Sig. Es menor a $< 0,05$, entonces rechazamos la Hipótesis Nula y aceptamos la Hipótesis de Investigación

- **Hi:** La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.
- **Ho:** La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) no tiene efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

ANOVA

Concentración_final_As

Tabla 10 prueba de comprobación de hipótesis mediante ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.002805067	2	0.001402533	15778.5	3.80719E-42	3.354130829
Dentro de los grupos	0.0000024	27	8.88889E-08			
Total	0.002807467	29				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la concentración de Arsénico, resulto ser altamente significativo, significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, quiere decir que existe diferencia entre las concentraciones iniciales y finales de Arsénico. Estos resultados confirman la hipótesis alternativa indicando que los tratamientos con las dosis de 3g y 6g son eficientes para la bioadsorción de Arsénico en aguas naturales superficiales.

Ho: la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) no tiene efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales

Hi: la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

Se analizaron el contraste de criterio de confiabilidad de 0,95% y el análisis de nivel de significancia 0.05

- Para la Ho: la F experimental debe ser menor “<” al F crítico: si se cumple la Ho, no existe diferencia significativa entre los grupos de datos
- Para la Hi: la F experimental debe ser mayor > al F crítico: si se cumple la Hi existe diferencia significativa entre los grupos de datos.

Tabla 11 Porcentaje de remoción de Arsénico

Tratamiento	Jarra	% Remoción	
		3g	6g
T1	1	68	92 a más
T2	2	68	92 a más
T3	3	64	92 a más
T4	4	64	92 a más
T5	5	68	92 a más
T6	6	64	92 a más
T7	7	64	92 a más
T8	8	64	92 a más
T9	9	68	92 a más
T10	10	64	92 a más

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 11** , se muestra que la dosis de 3g tiene menor porcentaje de remoción de Arsénico, a diferencia de la dosis de 6g que tiene un mayor porcentaje de remoción del mismo.

Tabla 12 Resumen de tratamientos

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
AT	10 (una sola muestra)	0.25	0.025	1.33745E-35
3g	10	0.086	0.0086	2.66667E-07
6g	10	0.02	0.002	2.08977E-37

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 12**, se puede visualizar el número de muestras 10 por cada grupo, la sumatoria de todos los resultados de cada uno, el promedio de los resultados y su varianza que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media.

4.6. Resultados de Pb, antes de tratamiento, tratamiento de 3g y tratamiento de 6g

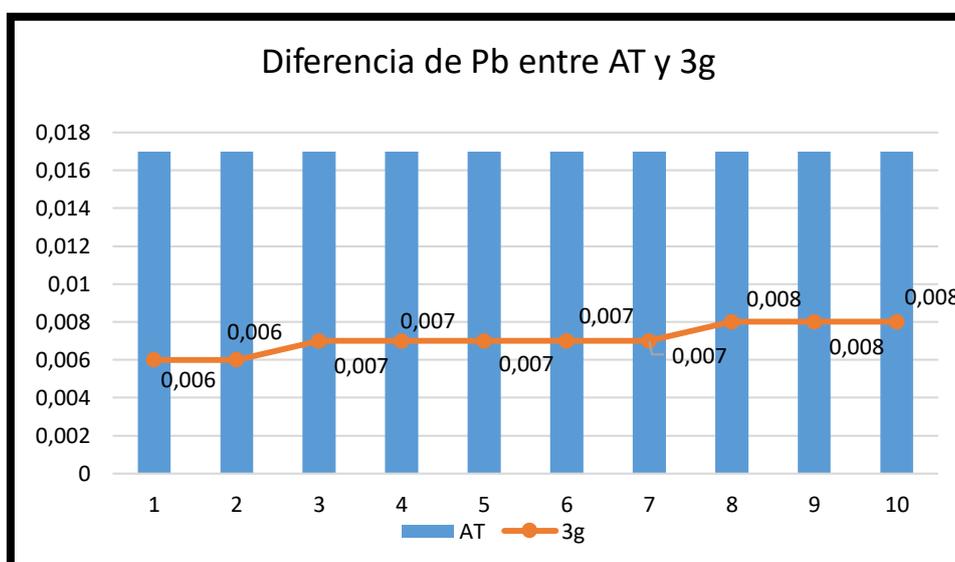
Tabla Nº13 Diferencia de resultados

AT	DOSIS	
	3g	6g
Pb (mg/L)	Pb (mg/L)	Pb (mg/L)
0,017	0,006	<0.002
0,017	0,006	<0.002
0,017	0,007	<0.002
0,017	0,007	<0.002
0,017	0,007	<0.002
0,017	0,007	<0.002
0,017	0,007	<0.002
0,017	0,008	<0.002
0,017	0,008	<0.002
0,017	0,008	<0.002

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla Nº13**, se observa los resultados de los análisis de Plomo (Pb), desde antes de los tratamientos, hasta con los tratamientos de 3g y 6g que son las dosis utilizadas, se observa eficiencia moderada en los 3g, pero una mayor eficiencia casi total con la dosis de 6g, obteniendo resultados de casi cero.

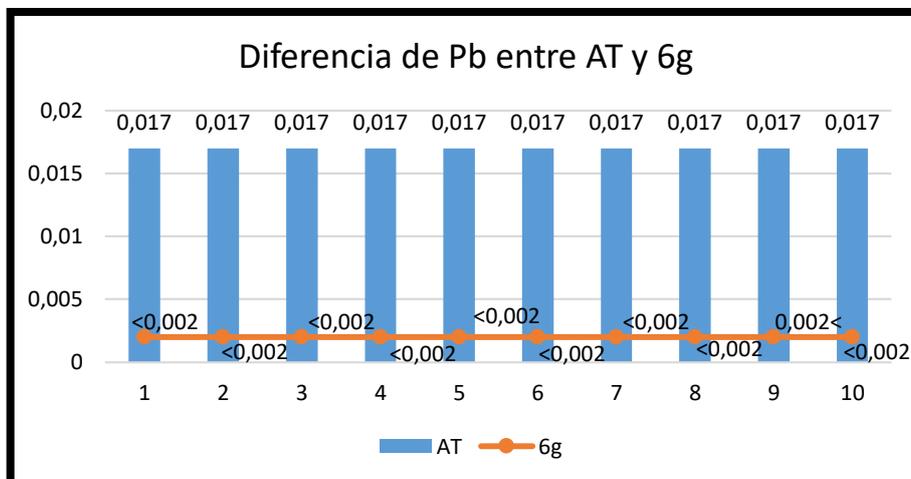
Figura 7 Concentración de Plomo antes y Dosis de 3g



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la **figura 7** la concentración de plomo con el tratamiento de 3g y antes de tratamiento, en las diferentes jarras de muestra, se puede observar que la mayor concentración de plomo se encuentra antes del tratamiento de la dosis de 3g.

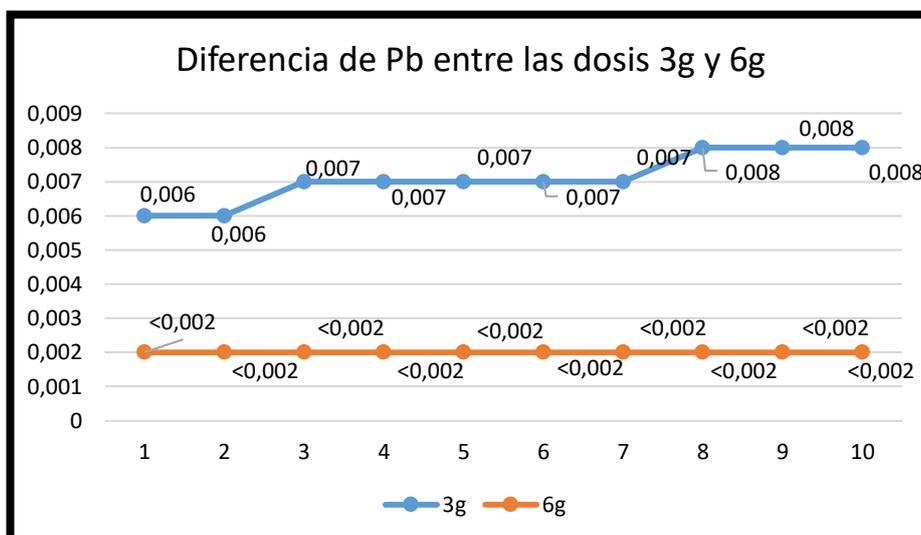
Figura 8 Concentración de Plomo antes y Dosis de 6g



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la **figura 8** se observa que la dosis (6g) se encuentra debajo del nivel del resultado Antes del Tratamiento (AT), con los resultados casi a cero, la cual demuestra eficiencia en este tratamiento y la dosis óptima para la bioadsorción de Plomo en aguas naturales superficiales.

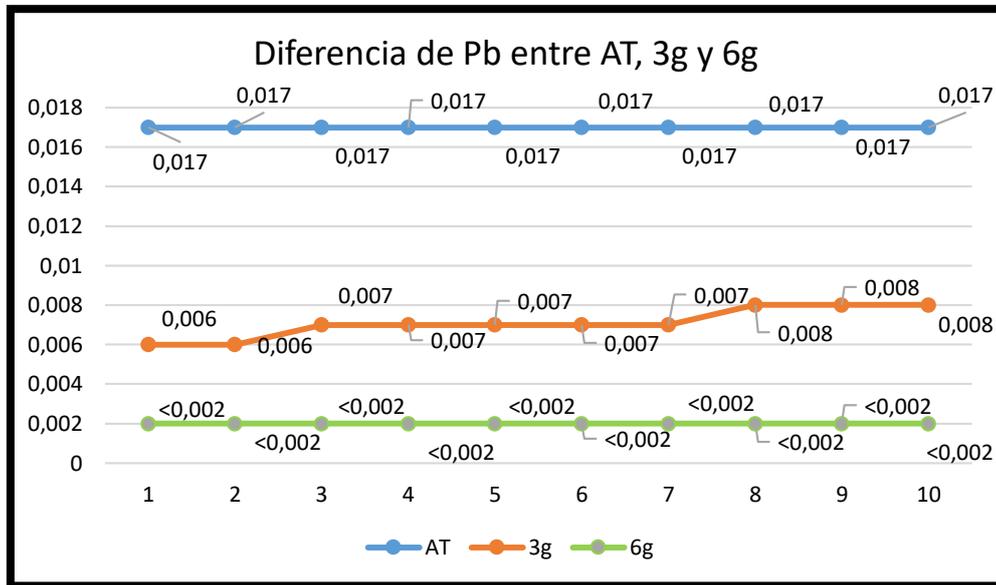
Figura 9 Concentración de Plomo antes y Dosis de 6g



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 9** se puede observar la diferencia que existe entre las dos dosis, y aplicadas con un mismo tiempo (10 minutos de contacto), se puede leer que la dosis de 6g es mucho más eficiente que la dosis de 3g en un mismo tiempo y en una misma muestra, siendo la de 6g más eficiente con un resultado menor a 0.002mg/L.

Figura 10 Concentración de Plomo antes y después de la Dosis de 3g y 6g



Fuente: Elaboración propia

En la **figura 10**, se observa que existe una diferencia significativa óptima en cada uno del tratamiento, la cual en la dosis de 3g se tiene un gráfico favorable, pero para la dosis de 6g es una eliminación casi en su totalidad de Plomo en el agua natural superficial.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 14 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes del tratamiento	0,335	20	0,000	0,641	20	0,000
Tratamiento con dosis de 3g	0,210	20	0,021	0,871	20	0,012
Tratamiento con dosis de 6g		20			20	

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de **Shapiro-Wilk**, está indicada para pruebas menores de 50 datos.

Si el Sig. Es menor a $< 0,05$, entonces rechazamos la Hipótesis Nula y aceptamos la Hipótesis de Investigación.

- **Hi:** La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.
- **Ho:** La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) no tiene efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

ANOVA

Concentracion_final_Pb

Tabla Nº15 prueba de comprobación de hipótesis mediante ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0011634	2	0.0005817	3205.285714	8.04754E-33	3.354130829
Dentro de los grupos	0.0000049	27	1.81481E-07			
Total	0.0011683	29				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la concentración de Plomo, resulto ser altamente significativo, significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, quiere decir que existe diferencia entre las concentraciones iniciales y finales de Plomo. Estos resultados confirman la hipótesis alternativa indicando que los tratamientos con las dosis de 3g y 6g son eficientes para la bioadsorción de Plomo en aguas naturales superficiales.

Ho: la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) no tiene efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales

Hi: la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales.

Se analizaron el contraste de criterio de confiabilidad de 0,95% y el análisis de nivel de significancia 0.05

- Para la Ho: la F experimental debe ser menor “<” al F crítico: si se cumple la Ho, no existe diferencia significativa entre los grupos de datos
- Para la Hi: la F experimental debe ser mayor > al F crítico: si se cumple la Hi existe diferencia significativa entre los grupos de datos.

Tabla N°16 Porcentaje de remoción de Plomo

Tratamiento	Jarra	% Remoción	
		3g	6g
T1	1	64.7	88.2 a más
T2	2	64.7	88.2a más
T3	3	58.8	88.2 a más
T4	4	58.8	88.2 a más
T5	5	58.8	88.2 a más
T6	6	58.8	88.2 a más
T7	7	58.8	88.2 a más
T8	8	52.9	88.2 a más
T9	9	52.9	88.2 a más
T10	10	52.9	88.2 a más

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla N°16** , se muestra que la dosis de 3g tiene menor porcentaje de remoción de Plomo, a diferencia de la dosis de 6g que tiene un mayor porcentaje de remoción del mismo

Tabla N°17 Resumen de tratamientos

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
AT	10	0.17	0.017	1.33745E-35
3g	10	0.071	0.0071	5.44444E-07
6g	10	0.02	0.002	2.08977E-37

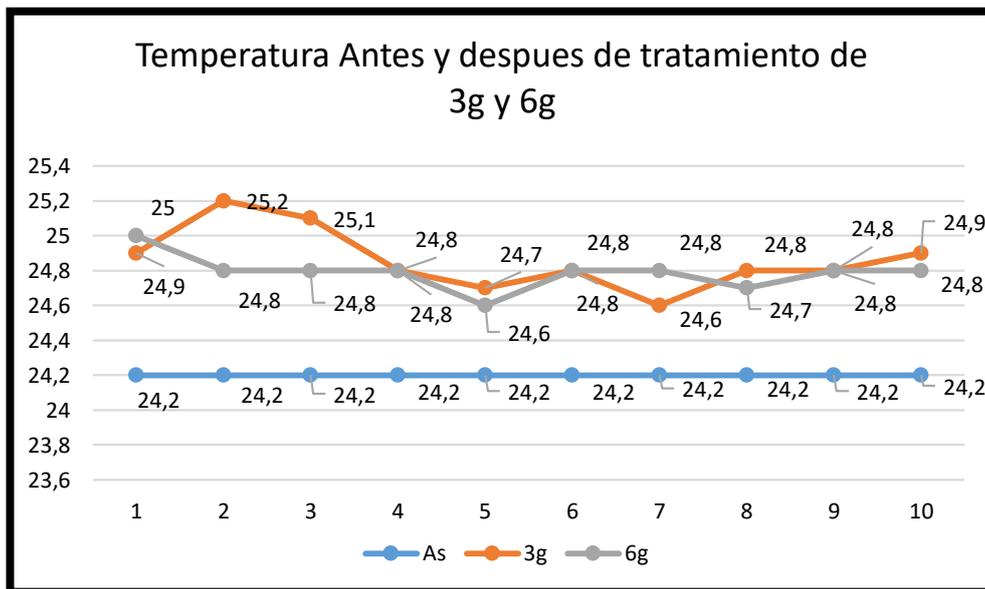
En la **tabla 17**, se puede visualizar el número de muestras 10 por cada grupo, la sumatoria de todos los resultados de cada uno, el promedio de los resultados y su varianza que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media.

4.7. Resultados Fisicoquímicos

Se realizó los análisis fisicoquímicos del agua superficial natural contaminada, en el laboratorio ambiental acreditado se realizaron los análisis correspondientes, para verificar y comparar con las normas de Estándar de Calidad Ambiental.

4.7.1. Temperatura °C

Figura 11 Temperatura antes y después de la Dosis de 3g y 6g

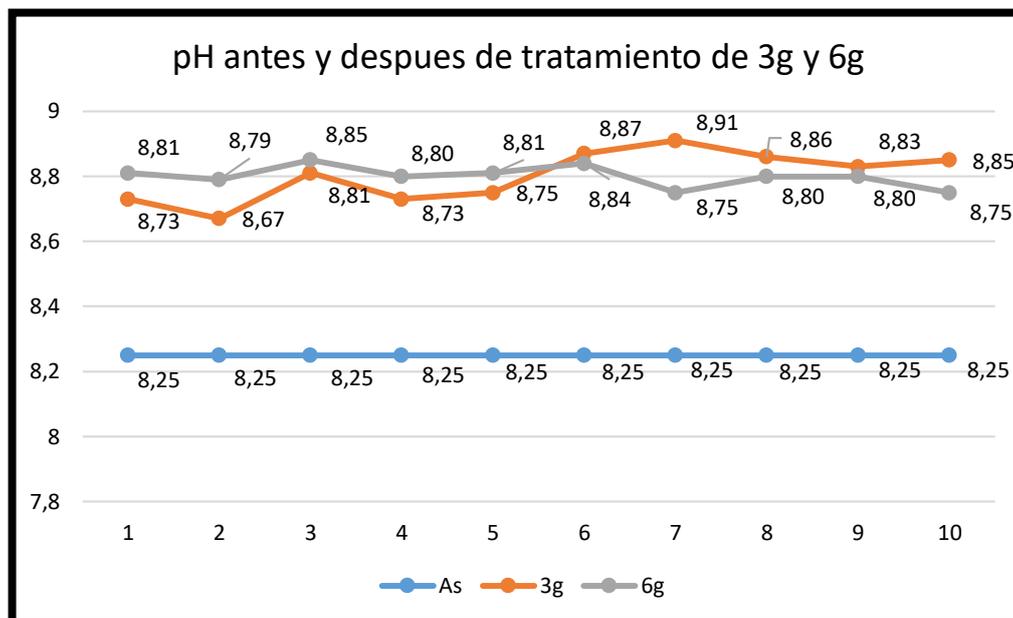


Fuente: Elaboración propia

Según la **figura 11**, se puede observar que existe una diferencia de temperaturas en los tratamientos con la muestra (AT), teniendo en AT : 24.2 °C mientras que las muestras con las diferentes dosis muestran una elevación en su Temperatura, teniendo promedio cercanos, para la dosis de 3g y 6g.

4.7.2. pH (Potencia de Hidrogeno) antes y después de la dosis 3g y 6g

Figura 12 pH antes y después de la Dosis de 3g y 6g

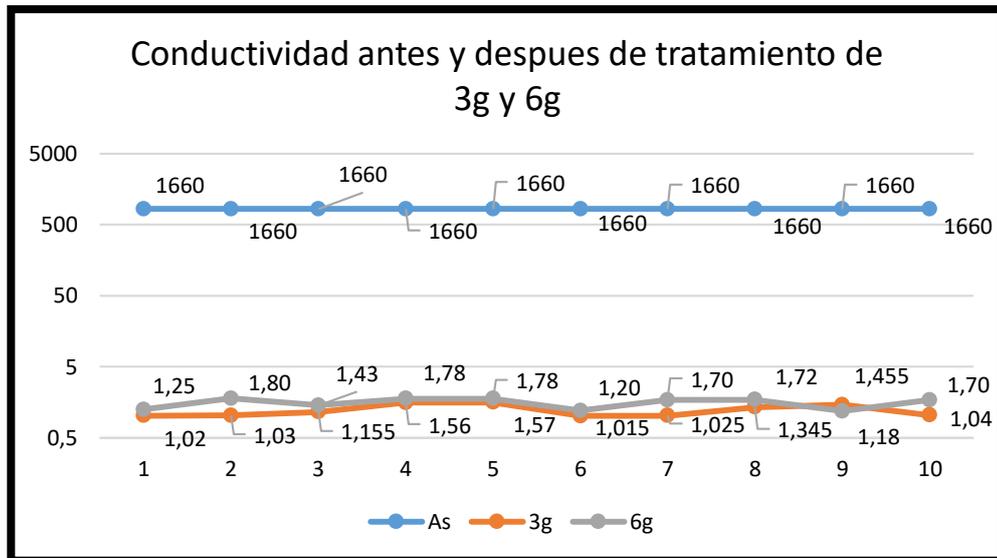


Fuente: Elaboración propia

En la **figura 12**, se observa como el pH para las muestras con las dosis de 3g y 6g aumentaron, a diferencia de la muestra AT (Antes de Tratamiento, siendo esta como base 8,2 de Potencial de Hidrogeno de la muestra tomada, ello implica que la harina seca de cascara de plátano (musa paradisiaca) aumenta el nivel de pH en la muestra con un promedio de 8.8 pH.

4.7.3. Conductividad (uS/cm) antes y después de la dosis 3g y 6g

Figura 13 Conductividad antes y después de la Dosis de 3g y 6g



Fuente: Elaboración propia

Para la **figura 13**, se puede observar que la conductividad tuvo un descenso considerable, que el tratamiento con dosis de 3 g y el de 6g tienen una menor conductividad que la muestra antes del tratamiento.

V. DISCUSIÓN

- Los resultados del proyecto revelaron que el tiempo de contacto básico para que la bioadsorción de metales con la harina seca de musa paradisiaca puede ser a partir de los 10 min, a diferencia de Ibisi y Asoluka (2018), que estimaron en su investigación 60 minutos para adsorción de plomo y cadmio.
- Las condiciones de operación para que la harina seca de musa paradisiaca trabaje de manera eficiente puede ser en temperatura ambiente, sin la incorporación de calor a esta, a diferencia de la investigación realizada por Mahindrakar y Rathod (2018) la cual incorporaron calor a su bioadsorbente para la eliminación del Sr.
- Para la optimización del bioadsorbente el pH, se mantuvo entre el rango de 8 – 8.8, quiere decir, que el bioadsorbente puede ser eficiente en cualquier tipo de pH, menores a 9, en comparación con Mondal, et. al. (2017) indica que el pH óptimo para su eficiencia en la investigación realizada por el fue de 1.
- Lo indicado por Vera y Brito (2018), en la investigación realizada indican que se realizó una modificación a su biosorbente con quitosano para hacer más eficiente y eficaz a la cascara de banano, de acuerdo a lo obtenido en esta investigación no fue necesario modificarla, ya que se obtuvo resultados muy importantes y un porcentaje elevado de bioadsorción de los metales en aguas naturales superficiales.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró evaluar la eficiencia 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.
- Se estableció la eficiencia de la cantidad adsorbente, teniendo como resultado empleado de 3g de harina seca de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) removiendo un promedio de 65.6% para Arsénico y 58.2% de Plomo con el mismo tiempo de contacto con el agua natural superficial, y con la de 6g de adsorbente se logró mayor eficiencia de la harina seca de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) removiendo más del 92% en Arsénico y 88.2% en Plomo con el mismo tiempo de contacto con el agua tratada.
- Se logró determinar las condiciones de operación como el tiempo de contacto, influyó de manera óptima para la bioadsorción de la harina seca de cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) en agua natural superficial.
- Los parámetros físico-químicos en su comparación resultaron haberse incrementado para Temperatura y pH, teniendo un incremento no muy significativo, pero para la conductividad se pudo visualizar una disminución muy significativa para la muestra tratada con las diferentes dosis.
- Según los análisis concluimos que es eficiente la aplicación de harina seca de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la bioadsorción de Arsénico y Plomo en el agua natural superficial del Río Lacramarca localizado en Ancash – Santa – Chimbote.

VII. RECOMENDACIONES

- Para obtener mejores resultados en la adsorción de metales como el Plomo y el Arsénico, se recomienda realizar modificaciones con la incorporación de otros elementos naturales que puedan ayudar a incrementar la eficiencia de bioadsorción en cualquier tipo de aguas y obtener una remoción del 100%.
- Se sugiere realizar un estudio completo de los grupos funcionales presentes en el adsorbente, para precisar que grupo interviene efectivamente en la remoción de los metales pesados.
- Se sugiere promover y emplear otros tipos de residuos naturales que puedan remover los metales pesados como: caña de azúcar, naranja, manzana, coco, entre otros, para que esa manera poder minimizar tanto los residuos generados tanto en centros de abastos y casas, como también reducir el nivel de contaminación de aguas naturales por metales pesados.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. RODRÍGUEZ HEREDIA, Dunia. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*, 2017, vol. 21, no 12, p. 3372-3385.
2. LONDOÑO-FRANCO, LUIS FERNANDO; LONDOÑO-MUÑOZ, PAULA TATIANA; MUÑOZ-GARCÍA, FABIÁN GERARDO. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2016, vol. 14, no 2, p. 145-153.
3. DOMÍNGUEZ, María C.; GÓMEZ, Sara; ARDILA, Alba N. Fitorremediación de mercurio presente en aguas residuales provenientes de la industria minera. *UGCiencia*, 2016, vol. 22, no 1, p. 227-237.
4. CHÁVEZ, Jorge Alberto Villena. Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 2018, vol. 35, p. 304-308.
5. BRITO BENAVIDES, María Cristina; VERA MONTAÑO, Bélgica Alejandra. *Uso de la cascara de banano (Musa Paradisiaca) modificada con Quitosano, como agente biosorbente de plomo en aguas residuales sintéticas*. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil-Facultad de Ingeniería Química.
6. RAMIREZ CAJALEON, Yunnior Rolan. Aplicación de la cascara 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, diciembre 2015-julio 2016. 2018.
7. LI, Yingchun, et al. A green adsorbent derived from banana peel for highly effective removal of heavy metal ions from water. *Rsc Advances*, 2016, vol. 6, no 51, p. 45041-45048.

8. SIRILERT, Mintra; MAIKRANG, Kamol. Adsorption isotherm of some heavy metals in water on unripe and ripe peel of banana. *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)*, 2018, vol. 26, no 1, p. 128-141.
9. MOHD SALIM, Rosliza, et al. Biosorption of Pb and Cu from aqueous solution using banana peel powder. *Desalination and Water Treatment*, 2016, vol. 57, no 1, p. 303-314.
10. YASIM, N. S. E. M., et al. Adsorption of Cu, As, Pb and Zn by banana trunk. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 2016, vol. 20, no 1, p. 187-196.
11. KUMARI, Priyanka. A low cost material, banana peel for the removal of lead (II) from aqueous solutions. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2017, vol. 4.
12. OYEWO, Opeyemi A.; ONYANGO, Maurice S.; WOLKERSDORFER, Christian. Application of banana peels nanosorbent for the removal of radioactive minerals from real mine water. *Journal of environmental radioactivity*, 2016, vol. 164, p. 369-376.
13. NATAMBA, Lincoln Kakama. *Use of banana peels as an adsorbent in removal of copper from waste water*. 2018. Tesis Doctoral. Makerere University.
14. RINCÓN VALLEJO, Vanessa, et al. *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*. 2016. Tesis de Licenciatura. Universidad Piloto de Colombia.
15. IBISI, Nkechi Emea; ASOLUKA, Chizaram Anderson. Use of agro-waste (Musa paradisiaca peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water. *Chem. Int*, 2018, vol. 4, no 1, p. 52.

16. FABRE, Elaine, et al. Valuation of banana peels as an effective biosorbent for mercury removal under low environmental concentrations. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 709, p. 135883.
17. MAHINDRAKAR, Komal V.; RATHOD, Virendra K. Utilization of banana peels for removal of strontium (II) from water. *Environmental Technology & Innovation*, 2018, vol. 11, p. 371-383.
18. VIJAY, R.; RAVICHANDRAN, V.; BOOMINATHAN, P. Biosorption of Cadmium from Aqueous Solutions by Banana Peel Powder. *Madras Agricultural Journal*, 2018, vol. 105, no march (1-3), p. 1.
19. DESHMUKH, Prashant D., et al. Cadmium removal from aqueous solutions using dried banana peels as an adsorbent: kinetics and equilibrium modeling. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 2017, vol. 8, no 03.
20. MOHAMED, Rabiatul Manisah, et al. Adsorption of Heavy Metals on Banana Peel Bioadsorbent. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2020. p. 012014.
21. SHANMUHARAJAN, M. B.; REVATHI, S.; KUMAR, M. Saravana. Experimental Study on Heavy Metal Removal from Textile Industrial Wastewater using Banana Peel and Activated Carbon from Coconut Shell as an Adsorbent. *International Journal on Applications in Engineering and Technology*. 2016, vol. 2, pp 8-9.
22. BHAGAT, Sanjay; GEDAM, Vidyadhar V.; PATHAK, Pranav. Adsorption/desorption, Kinetics and Equilibrium Studies for the Uptake of Cu (II) and Zn (II) onto Banana Peel. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 2020, vol. 18, no 3.
23. SHRESTHA, Suman Lal. Estudio de la cinética de adsorción de iones de hierro de aguas residuales utilizando cáscara de plátano. *Revista Internacional de Investigación Avanzada en Ciencias Químicas*, 2018, vol. 5, no 3, pág. 1-8.

24. TEJADA-TOVAR, Candelaria; GONZÁLEZ-DELGADO, Ángel; VILLABONA-ORTÍZ, Ángel. Comparison of Banana Peel Biosorbents for the Removal of Cr (VI) from Water. *Contemporary Engineering Sciences*. 2018, vol 11, no21, 1033-1041.
25. MENDOZA MEZA, Carlos Guillermo. *Evaluación de la capacidad biosortiva de la cáscara de banano en la eliminación de cobre divalente (Cu+ 2) de una solución de sulfato de cobre pentahidratado, a escala laboratorio, mediante espectrofotometría visible*. 2016. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.
26. MARTÍN, Ricardo Díaz, et al. Kinetic study of absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water. *International Journal of innovation and Scientific Research*. 2016, Vol. 22, no 1, pág. 139-145.
27. ADERIBIGBE, A. D., et al. Adsorption Studies of Pb 2 From Aqueous Solutions Using Unmodified and Citric Acid–Modified Plantain (*Musa paradisiaca*) Peels. *IOSR journal of applied chemistry*, 2017, vol. 10, no 2, p. 30-39.
28. NKEEH, S. N.; OBUNWO, C. C.; KONNE, J. L. Removal of Cadmium from Aqueous Solution using Ripe Plantain Peels and Clay Composite. *Chemistry Research Journal*, 2020, 5(2): 132-136.
29. CARBAJAL ENCARNACIÓN, Daniela Esther. Eficiencia del Bagazo de la Caña de Azúcar en la Remoción de Plomo de Aguas Contaminadas, a nivel de laboratorio–2017. 2017.
30. ALI, Ashraf; SAEED, Khalid; MABOOD, Fazal. Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent. *Alexandria Engineering Journal*, 2016, vol. 55, no 3, p. 2933-2942.

31. MONDAL, Naba Kumar, et al. Enhanced chromium (VI) removal using banana peel dust: isotherms, kinetics and thermodynamics study. *Sustainable Water Resources Management*, 2018, vol. 4, no 3, p. 489-497.
32. GARCÍA BARRERA, Alma Verónica, et al. Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada. Reproducción del documento original: http://biblioteca.itca.edu.sv/opac/verdetalle.php?idobra=24630&searchType=titl_m, titl_a, titl_s, titl_c, aut_p_a, aut_i_a, aut_p_m, aut_i_m, aut_p_c, aut_i_c, resumen_anadoc, desc_ppales_anadoc, desc_post_anadoc, editor_s&cc=1&searchText= biorresina&sortBy= default&sfrase= default, 2016.
33. GÓMEZ, Carlos Andrés Fajardo. 3. Biorremediación de metales pesados. Libros Universidad Nacional Abierta ya Distancia, 2020, p. 50-62.
34. TEJADA-TOVAR, Candelaria; VILLABONA-ORTIZ, Ángel; GARCÉS-JARABA, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecnológicas*, 2015, vol. 18, no 34, p. 109-123.
35. RODRÍGUEZ REY, Alexis, et al. Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 2017, vol. 35, no 3, p. 251-271.
36. GARCÍA-CÉSPEDES, Damarys, et al. Agroecosistemas con probables riesgos a la salud por contaminación con metales pesados. *Revista cubana de Química*, 2016, vol. 28, no 1, p. 378-393.
37. CABEZAS, ANDRADE Y TORRES, Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 2018 p. 80-100
38. BAENA PAZ, Guillermina. Metodología de la Investigación. Tercera edición ebook. Grupo editorial Patria. 2017. p. 62-74

39. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. Metodología de la investigación. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.
40. BERNARDO ZARATE, Carlos; CARBAJAL LLANOS, Yvana; CONTRERAS SALAZAR, Victoria. Metodología de la Investigación. Manual del Estudiante. Universidad de San Martín de Porres. 2019. p. 97

ANEXO

Anexo Nº 1

Matriz de Consistencia

“Bioadsorción con Harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) de Arsénico y Plomo en muestras agua superficial”								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			Dimensiones	Indicadores	Unid.
			Variable Independiente	D. Concepto	D. Operacional			
P. General	O. General	H. de Investigación	Bioadsorción con harina seca	Tiene la capacidad importante como la de limpiar aguas contaminadas por metales pesados de manera eficaz y barata. La cascara de plátano tiene moléculas con poder extractivo sobre las cargas positivas de los metales pesados. Es capaz de absorber metales de fertilizantes	Se elaboró la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) una cantidad de 10 unidades de plátanos, se realizó el pelado de los plátanos, se puso a secar por un periodo de 10 días, después de ello se pasó a moler y se tamizó con un cernidor casero, posteriormente se realizó el pesaje obteniendo 90 gr. de harina.	Concentración Condiciones operativas	Concentración inicial Concentración final (mg/l).	(mg/l)
¿La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) podrá bioadsorber eficazmente el Arsenico y Plomo en aguas naturales superficiales?	Estimar la eficiencia de la harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp.) en la bioadsorción de Plomo y Arsénico en aguas naturales superficiales	La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) tiene efecto bioadsorbente eficiente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales				Concentración Condiciones operativas	Conductividad	Us/cm

				agrícolas como el Uranio y otros metales más. (Garcia et. al. 2016)				
	O. Especifico	H. Nula	Variable Dependiente	Son altamente peligrosos para la salud humana como para el agro ecosistema, los metales son persistentes en el cuerpo humano y cuentan con muchos efectos tóxicos. (Garcia - Cespedes, 2016)	Se tomó la muestra de agua 20 litros, obteniendo la concentración de Arsenico y Plomo elevados de acuerdo al ECA-Agua, se pasó a los respectivos tratamientos y repeticiones siendo 10 repeticiones por cada dosis (3g y 6g), se realizó la incorporación del bioadsorbente con un tiempo de contacto de 10 min, después de ello se envió al laboratorio para su lectura.	Nivel de metales	Dosis optima	gr
	Identificar la cantidad óptima de harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) como bioadsorbente de plomo y arsénico en aguas naturales superficiales	La harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) no tienen efecto bioadsorbente sobre el plomo y arsénico en aguas naturales superficiales	Arsénico y Plomo en agua natural superficial				Tiempo	min
							pH	Potencial de hidrogeno

Anexo N° 2

Cuaderno de Campo

CUADERNO DE CAMPO

Plan Monitoreo N° : M-20 1421 P

Razón Social / Cliente : Jhimy Carbajal Vasquez	Proyecto: Monitoreo de agua natural
--	--

Personal Designado : <u>Samir Joel Escobedo Bejarano</u>

(*) Considerar anotaciones de observación directa (quién, cuándo, dónde ocurrió), descripción del lugar físico, ambiental que pudiera incidir en los resultados, especificar el punto geográfico donde ocurrió el suceso, tipo de toma de muestra (puntual, compuesta, dirimente)

Descripciones Observaciones (*)	u
------------------------------------	---

AGUA

Se inicia la toma de muestra de agua natural a las 13 horas del día 26 de diciembre del 2020

En el punto, las coordenadas son 8991878 norte y 769361 este, a los alrededores se evidencian cultivos.

Cerca al punto se presencia algunas actividades industriales, y viviendas .

Anexo N° 3

INFORME DE ENSAYO



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : CARBAJAL VASQUEZ JHIMY CARLOS
2.-DIRECCIÓN : NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
3.-PROYECTO : BIORREMEDIACIÓN DE AGUA NATURAL
4.-PROCEDENCIA : CHIMBOTE, SANTA
5.-SOLICITANTE : CARBAJAL VASQUEZ JHIMY CARLOS
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : OS-20-3062
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : P-OPE-1 MUESTREO
8.-MUESTREO POR : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2021-01-11

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 21
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2020-12-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2020-12-28 al 2021-01-11

Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los 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.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787
III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad ^{(1) (2)}	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity, Laboratory Method.
Metales Totales ²	EPA Method 200.7 Rev. 4-4-1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH ^{(1) (3)}	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23 rd Ed. 2017	pH Value Electronic Method
Temperatura ^{(1) (4)}	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 23rd Ed. 2017	Temperature, Laboratory and Field Methods

⁽¹⁾ "EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.

⁽²⁾ "SMWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽³⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ Ensayo acreditado por el IAS

⁽⁴⁾ Ensayo realizado en campo (medido in situ)

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4	5	6			
CODIGO DE LABORATORIO:	M-20-29895	M-20-29896	M-20-29897	M-20-29898	M-20-29899	M-20-29900			
CODIGO DEL CLIENTE:	AT	M-1(3G)	M-2(3G)	M-3(3G)	M-4(3G)	M-5(3G)			
COORDENADAS:	si crean	--	--	--	--	--			
UTM WGS 84:	si crean	--	--	--	--	--			
PRODUCTO:	Agua Natural								
SUB PRODUCTO:	Superfotal (Pilo)								
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.4								
FECHA y HORA DE MUESTREO:	26-12-2020 13:00	26-12-2020 13:10	26-12-2020 13:20	26-12-2020 13:30	26-12-2020 13:40	26-12-2020 13:50			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS					
Conductividad (°)	µS/cm	NA	0,01	1660,00	-	-	-	-	
pH (°)	Unidad de pH	NA	0,01	6,25	-	-	-	-	
Temperatura (°)	°C	NA	0,1	24,2	-	-	-	-	
Metales Traciales *									
Asenico	mg/L	0,002	0,005	0,025	0,005	0,005	0,009	0,009	0,006
Piomo	mg/L	0,002	0,005	0,017	0,005	0,006	0,007	0,007	0,007

* Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

* Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "°" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "°" Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787

ITEM	7	8	9	10	11	12
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-29901	M-20-29902	M-20-29903	M-20-29904	M-20-29905	M-20-29906
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M-6(3G)	M-7(3G)	M-8(3G)	M-9(3G)	M-10(3G)	M-11(6G)
COORDENADAS:	--	--	--	--	--	--
UTM WGS 84:	--	--	--	--	--	--
PRODUCTO:	Agua Natural					
SUB PRODUCTO:	Superficial (RU)					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-CPE-1.4					
FECHA y HORA DE MUESTREO:	26-12-2020 14:00	26-12-2020 14:10	26-12-2020 14:20	26-12-2020 14:30	26-12-2020 14:40	26-12-2020 15:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Metales Totales *						
Asenico	mg/L	0,002	0,008	0,009	0,009	0,009
Promo	mg/L	0,002	0,006	0,007	0,008	0,008

* Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

--: No ensayado

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787

ITEM	13	14	15	16	17	18
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-29907	M-20-29908	M-20-29909	M-20-29910	M-20-29911	M-20-29912
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M-2(6G)	M-3(6G)	M-4(6G)	M-5(6G)	M-6(6G)	M-7(6G)
COORDENADAS:	--	--	--	--	--	--
UTM WGS 84:	--	--	--	--	--	--
PRODUCTO:	Agua Natural					
SUB PRODUCTO:	Superficial (Río)					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.4					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	26-12-2020 15:10	26-12-2020 15:20	26-12-2020 15:30	26-12-2020 15:40	26-12-2020 15:50	26-12-2020 16:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Metales Totales ²						
Arsénico	mg/L	0,002	0,008	<0,002	<0,002	<0,002
Plomo	mg/L	0,002	0,006	<0,002	<0,002	<0,002

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"--": No ensayado

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-8787

ITEM	19	20	21			
CODIGO DE LABORATORIO:	M-20-29913	M-20-29914	M-20-29915			
CODIGO DEL CLIENTE:	M-9(9G)	M-9(9G)	M-10(9G)			
COORDENADAS:	--	--	--			
UTM WGS 84:	--	--	--			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Superficial (Rio)	Superficial (Rio)	Superficial (Rio)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	HOPE-1.4					
FECHA y HORA DE MUESTREO:	25-12-2020 16:10	25-12-2020 16:20	25-12-2020 16:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.O.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Conductividad (°)	µS/cm	NA	0,01	-	-	-
pH (°)	Unidad de pH	NA	0,01	-	-	-
Temperatura (°)	°C	NA	0,1	-	-	-
Metales Totales *						
Asénico	mg/L	0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002
Plomo	mg/L	0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002

* Ensayo acreditado por el IAC

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.O.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.O.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo N°5

Estandar Nacional de Calidad Ambiental para Agua

18 NORMAS LEGALES Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano						
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático						
Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,082	0,082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036

Anexo N°7
Reporte fotográfico

Imagen N°1: Pelado de plátanos



Imagen N°2: Secado de cáscara de plátanos



Imagen N°3: Molienda y Tamizaje



Imagen N°4: Toma de muestra del Río Lacramarca



Imagen N°5: Medición de las muestras de Agua representativa



Imagen N°6 : Jarras con su respectivo tratamiento de 3 gramos y 6 gramos.



Imagen N°7: Envío a Laboratorio acreditado



Anexo N°8

Certificación de Laboratori

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación, En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023


ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación
N°025-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y símbolo de certificación dado que el alcance puede estar sujeto a modificaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe consultarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/tema/tema-acreditacion al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-21F-V02

INACAL



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

OFFICE: PROLONGACION ZARUMILLA MZ D2 LOTE 3
BELLAVISTA-PROV. CONSTITUCIONAL DEL CALLAO-LIMA, PERU
LABORATORY: AV. GUARDIA CHALACA NO. 1877 BELLAVISTA, PROV.
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, LIMA, PERU

Testing Laboratory TL-833

has met the requirements of AC89, **IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories**, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2005, **General requirements for the competence of testing and calibration laboratories**. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation on the following pages.

This certificate is valid up to February 1, 2020.

This accreditation certificate supersedes any IAS accreditation bearing an earlier effective date. The certificate becomes invalid upon suspension, cancellation or revocation of accreditation. See www.iasonline.org for current accreditation information, or contact IAS at 562-364-8201.



DE-LAB-05-1



Raj Nathan
President

OPIC Documento No controlado

Anexo N°9

Certificación del equipo de medición (Multiparametro)



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CAL-020120

Cliente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

Instrumento : MULTIPARAMETRO (En Conductividad) **Alcance** : 0 uS/cm a 19.99
Marca : Hach **Resolución**: 0,01 uS/cm /0,1 uS/cm
Modelo : HQ40D
Serie : 141200014981
Serie del Electrodo : 132332587004
Código Interno : EM-OPE-03
Condición : Nuevo

Lugar de Calibración : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L
Fecha de Calibración : 02 de Enero del 2020
Próxima Calibración : 02 de Enero del 2021

Condiciones Ambientales

Temperatura: 23.9-24.2 °C **Humedad relativa:** 68-68% **Presión:** 1006-1006 mbar

Procedimientos Utilizados

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento de manual del usuario DOC022.92.80022 para la calibración de Conductímetro.

Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrómetro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05 -20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05 -20
Barómetro	Control Company/ 4247	122277812	16/05/2020
Buffer C.E. 1413 uS/cm	PAN REAC APPLICHEM /N.A	0001223962	10-2020
Buffer C.E. 12.88 mS/cm	PAN REAC APPLICHEM /N.A	0001236806	10-2020



Referencia	Indicación	Corrección	Incertidumbre
1413 uS/cm	1414 uS/cm	-1 uS/cm	± 0.30 uS/cm
12.88 mS/cm	12.86 mS/cm	-0.02 mS/cm	± 0.05 mS/cm

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Observaciones

-Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 -Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva
 (*)Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Realizado por:

Eduardo Miranda N.
 Jefe de Mantenimiento

Fecha: 02/01/2020

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CARBAJAL VASQUEZ JHIMY CARLOS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Bioadsorción con Harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) de Arsénico y Plomo en muestras de agua superficial ", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CARBAJAL VASQUEZ JHIMY CARLOS DNI: 71721625 ORCID 0000-0001-8678-6179	Firmado digitalmente por: JHCARBAJALV el 22-04- 2021 08:02:05

Código documento Trilce: INV - 0147717