



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018”

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

AUTORA:

SUSAN CCENCHO MERCADO

ASESORA:

MSc. MARIA PAULINA ALIAGA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

LIMA - PERÚ

2018 – I

PÁGINA DEL JURADO

.....

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
Presidente

.....

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
Secretario

.....

Dr. Elmer Benites Alfaro
Vocal

Dedicatoria

A mi madre, quien fue pilar incondicional en el transcurso de mi carrera, a mis hermanos; Iván, Karen y Belén porque son parte de mi familia, una familia que amo demasiado. Dedico también a mi pequeñito Adriano, por llegar a nuestras vidas.

Agradecimiento

Agradezco Infinitamente a Dios nuestro señor, por darme las fuerzas necesarias de culminar uno de mis objetivos, a mi Universidad César Vallejo y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por permitir el uso de uno de sus laboratorios para poder realizar las pruebas de mi tesis, a mis queridos maestros por ser parte de mi formación profesional, a mi madre por su infinita paciencia de estar junto a mí, cuando más la necesitaba. Al M.Sc. Atilio Mendoza Apolaya, por sus instrucciones de ingresar a este mundo de la ingeniería. A grandes amigos que conocí en el transcurso de mi carrera profesional y sobre todo a los amigos que fueron parte de esta tesis.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Susan Ccencho Mercado con DNI N.º 46875756, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, junio del 2018

Susan Ccencho Mercado

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**Uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

La Autora.

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES

PÁGINA DEL JURADO	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	V
Presentación	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	4
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	6
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	17
1.3.1 Generalidades del Agua	17
1.3.2 Propiedades físicas y químicas del agua	17
1.3.3 Importancia de los metales pesados	17
1.3.4 Aspectos generales del Arsénico	18
1.3.5 El arsénico y sus efectos sobre la salud	19
1.3.6 Origen del Arsénico en las aguas.....	20
1.3.7 Presencia de Arsénico en aguas subterráneas	21
1.3.8 Movilidad del arsénico	21
1.3.9 Plátano (Musa paradisiaca sp.).....	22
1.3.10 Biomasa	22
1.3.11 Cáscara de plátano	22
1.3.12 Composición química de la cáscara de plátano	23
1.3.13 Adsorción	24
1.3.14 Bioadsorción	25
1.3.15 Procesos de bioadsorción:.....	26
1.3.16 Etapas del proceso de adsorción	28
1.3.17 Mecanismos de Bioadsorción.....	28
1.3.18 Jart test	30

1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	33
1.4.1	Problema General	33
1.4.2	Problemas Específicos	33
1.5	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	34
1.6	HIPÓTESIS	35
1.6.1	Hipótesis General	35
1.6.2	Hipótesis Específicos	35
1.7	OBJETIVOS	36
1.7.1	Objetivo General	36
1.7.2	Objetivos Específicos	36
II.	MÉTODO	36
2.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	36
	- Conductividad ($\mu\text{S/cm}$).....	38
2.2	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	38
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	39
2.3.1	Población	39
2.3.2	Muestra	39
2.3.3	Muestreo	39
2.3.4	Criterio de selección	39
2.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	40
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	43
2.6	ASPECTOS ÉTICOS	43
III.	RESULTADOS	44
IV.	DISCUSIÓN	58
V.	CONCLUSIÓN	59
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	REFERENCIAS	60
	ANEXOS	63
	ANEXO N° 01 Registro de datos de campo	63
	ANEXO N° 02: Ficha de caracterización de muestras y recolección de datos, para pruebas	64
	ANEXO N° 03: Matriz de Consistencia	65

- Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	66
ANEXO N° 04: Materiales, instrumentos y equipos utilizados para las pruebas en laboratorio.....	67
Anexo N° 05: Ubicación del centro de estudio (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque).....	68
Anexo N° 06: Imágenes de la toma de muestra en el lugar de estudio.	69
Anexo N°07: Imágenes de la recolección de la cáscara de plátano	71
Anexo N° 08: Materiales, equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio	72
Anexo N° 09: etapas del proceso de la cáscara de plátano	73
Anexo N° 10: Etapas del tratamiento de agua subterránea con cáscara de plátano.	74
Anexo N° 11: Validación de Instrumentos	76
ANEXO N° 12: Resultados iniciales de Laboratorio.....	79
ANEXO N° 13: Resultados finales de Laboratorio	80
ANEXO N° 14: Estándares de Calidad ambiental categoría 1	81
ANEXO N° 15: Estándares de Calidad ambiental categoría 3.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etapas del proceso de adsorción.....	28
Figura 2 cáscara húmeda, lado izquierdo y cáscara seca, lado derecho.....	44
Figura 3 prueba de jarras con dosis de cáscara de plátano	48
Figura 4 Concentración de Arsénico Vs. Dimensión de cáscara de plátano	49
Figura 5 Concentración de Arsénico Vs. dosis de biomasa seca (cáscara de plátano)	49
Figura 6 Volumen inicial y final de las 3 primeras muestras.....	50
Figura 7 Conductividad de las pruebas inicial y final	51
Figura 8 Potencial redox para las 3 pruebas inicial y final	51
Figura 9 Influencia del pH con la Concentración de Arsénico en agua	52
Figura 10 Influencia de la dosis de biomasa seca (cáscara de plátano) con la Concentración de As	52
Figura 11 Influencia del Potencial redox y la Concentración de As.	53
Figura 12 Influencia de la dosis de cáscara de plátano con la conductividad.....	53
Figura 13 Influencia del pH con la conductividad del agua subterránea	54
Figura 14 Influencia del potencial redox y a conductividad del agua subterránea	54
Figura 15 Ubicación del lugar de estudio	68
Figura 16 Reservorio para abastecimiento de la población (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque).....	69
Figura 17 toma de muestra en Reservorio (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque).....	69
Figura 18 toma de muestra en lagunas (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque).....	70
Figura 19 toma de muestra en agua y suelo en (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)	70
Figura 20 Mercado mayorista de plátanos lugar de recolección de cáscara de plátano	71
Figura 21 Secado de la cáscara de plátano a temperatura ambiente.....	71
Figura 22 Balanza analítica.....	72
Figura 23 Embudo, soporte universal, botellas de polietileno, papel filtro y vasos de precipitados	72
Figura 24 Equipo de prueba de jarras (jart test)	72
Figura 25 Multiparámetros para medida de pH, Temperatura, conductividad y potencial redox...	72
Figura 26 Peso de la cáscara de plátano seca	73
Figura 27 Triturado de la cáscara de plátano seca.....	73
Figura 28 Tamizado de la cáscara de plátano seca.	73
Figura 29 Cáscara de plátano seca, en malla #+10, #-10 y #-18.....	73
Figura 30 Muestras de agua subterránea + biomasa seca (cáscara de plátano)	74
Figura 31 Muestras de agua subterránea + biomasa seca (cáscara de plátano), después de agitación.....	74
Figura 32 Antes de agregar la biomasa seca (cáscara de plátano)	74
Figura 33 Filtrando la cascara de plátano, después de un tiempo de sedimentación.....	75
Figura 34 Listos para determinación de la concentración de Arsénico	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen General de Trabajos Previos	11
Tabla 2 Propiedades Químicas del Arsénico.....	18
Tabla 3 Propiedades Fisicoquímicas de algunos compuestos de Arsénico.....	19
Tabla 4 Características entre Arseniato (V) y Arsenito (III)	21
Tabla 5 Característica Química de la cáscara de plátano	23
Tabla 6 Porcentaje de Remoción de diferentes adsorbentes	25
Tabla 7 Diferencias entre Quimisorción y Fisisorción	29
Tabla 8 Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	32
Tabla 9 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales	32
Tabla 10 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	33
Tabla 11 Cuadro de Operacionalización de Variables	38
Tabla 12 Etapas de estudio.....	40
Tabla 13 Peso húmedo y seco de la cáscara de plátano	44
Tabla 14 Parámetro inicial de agua de Reservoirio.....	45
Tabla 15 Parámetros iniciales de agua de reservoirio	45
Tabla 16 Pruebas, con cáscara de plátano	46
Tabla 17 Prueba de jarras con dosis de cáscara de plátano.....	48
Tabla 18 Pruebas inicial y final de las 3 muestras	50

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general la bioadsorción del Arsénico en agua mediante el uso de biomasa seca (cáscara de plátano) y parámetros que influyen en el proceso de bioadsorción, como es la dosis, tamaño de partícula, pH, conductividad potencial redox, tiempo y velocidad. En la población de Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque. La población para este estudio fue un reservorio de agua extraída de la napa freática, es decir agua subterránea, la muestra estudiada fue de 35 litros, para el muestreo de esta investigación se consideró el protocolo Nacional para el monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (*Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA*). Aplicando el tipo de muestreo no probabilístico debido a que se utilizó el muestreo por conveniencia. Para ello se utilizó tres diferentes dosis, 2,5, 5 y 7,5 g de biomasa seca (cáscara de plátano) y tres diferentes mallas +10,-10 y -18, en primer lugar, se midieron los parámetros fisicoquímicos del agua contaminada, después se procedió a estas aguas agregarlas en vasos utilizando el equipo de jar tets finalmente se agregó la biomasa seca (cáscara de plátano). para lo cual la bioadsorción optima fue de 5/0.5L de dosis y malla -18/0.5L, a una velocidad inicial de 150 RPM y velocidad final de 30 RPM respectivamente, un tiempo residencia de 18 horas, con un pH de 5.48, conductividad de 1506 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un potencial redox positivo, estos tres últimos parámetros se tomaron después de la bioadsorción, concluyendo que la biomasa seca (cáscara de plátano) es eficiente en este proceso, ya que la concentración de Arsénico inicialmente fue de 0.1mg/L y finalmente fue de 0.0827mg/L.

Palabras claves: bioadsorción, biomasa, reservorio, napa freática.

ABSTRACT

The general objective of this work was to bioadsorb Arsenic in water by using dry biomass (banana peel) and parameters that influence the biosorption process, such as dose, particle size, pH, redox potential conductivity, time and speed. In the town of Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque. The population for this study was a reservoir of water extracted from the groundwater, ie groundwater, the sample studied was 35 liters, for the sampling of this research was considered the National protocol for monitoring the quality of surface water resources (Head Resolution No. 010-2016-ANA). Applying the type of non-probabilistic sampling because convenience sampling was used. To this end, three different doses, 2.5, 5 and 7.5 g of dry biomass (banana peel) and three different meshes + 10, -10 and -18 were used. First, the physico-chemical parameters of the water were measured. Contaminated, then these waters were added in jars using the jart tets equipment and finally the dry biomass (banana peel) was added. for which the optimal bioadsorption was of 5 / 0.5L of dose and mesh -18 / 0.5L, at an initial speed of 150 RPM and final speed of 30 RPM respectively, a residence time of 18 hours, with a pH of 5.48, conductivity of 1506 $\mu\text{S} / \text{cm}$ and a positive redox potential, these last three parameters were taken after the bioadsorption, concluding that the dry biomass (banana peel) is efficient in this process, since the concentration of Arsenic was initially 0.1mg / L and finally it was 0.0827mg / L.

Keywords: bioadsorption, biomass, reservoir, groundwater.

I. INTRODUCCIÓN

Diferentes entidades involucradas en este caso de emergencia, como es el Gobierno Regional de Lambayeque, la Municipalidad Provincial de Lambayeque, la Municipalidad Distrital de Mórrope con la coordinación técnica y el seguimiento del Instituto Nacional de Defensa Civil, y la participación de Ministerio de Salud, Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables del Desarrollo e inclusión social, Ministerio de Vivienda Construcción y saneamiento, y otras entidades. Han declarado en estado de emergencia, por el plazo de 60 días calendario (mayo del 2018), por altas concentraciones de Arsénico en agua para consumo humano sectores, entre ellos Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque. COEN (2018).

En las últimas décadas el Arsénico ha sido identificado en agua subterránea, usado para consumo directo en países de todos los continentes, convirtiéndose globalmente en un problema para la salud de las personas. Cientos de millones de personas en casi la mayoría de los países consumen a diario agua con concentraciones de Arsénico y en muchas ocasiones mayores a 10 µg/l, límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud. TRELLES Bautista, Jesus A. (2013).

ALVARADO Chávez, Ana M. y GOMEZ Diaz, Denise E. (2013). En su Estudio preliminar de la retención de un contaminante en agua a partir de cáscaras de *Musa sapientum* (banano) utilizadas para filtro. Tuvieron como objetivo elaborar un filtro a base de polvo de cáscara de **Musa sapientum** (banano), siguiendo modelos de filtro diseñado donde elaboraron 4 filtros utilizando cantidades diferentes de polvo de cáscara de *Musa sapientum* (banano) y así poder comprobar que cantidad posee mayor capacidad de retención de Pb en agua; prepararon una solución de 10ppm de Plomo, la cual hicieron pasar por los filtros elaborados con cantidades de 5 g, 10 g, 20 g, 30 g, de *Musa sapientum* (banano), después se procedió al filtrado para cuantificar la cantidad de Plomo presente en la solución filtrada, para ello utilizaron un equipo de espectrofotómetro de Absorción Atómica AA-7000 Atomic Absorption a una longitud de onda de 283.3 nm., dicho análisis lo llevaron a cabo en el Laboratorio de Química Agrícola de la

Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Dentro de los resultados obtenidos calcularon el porcentaje de retención para cada filtro, obteniendo 98.92% el mayor porcentaje para el filtro que contenía 10 gramos de cáscara de *Musa sapientum* (banano).

RIOS Elizalde, Paola E. (2014). El proceso de bioadsorción implica una fase líquida (solvente), contenido por especies disueltas (adsorbatos) que son retenidas por el sólido y una fase sólida-biomasa (sorbente o adsorbente). Para que este proceso se aun éxito, debe existir gran afinidad de los adsorbatos por el adsorbente.

En otros países la cáscara de plátano es utilizado para la elaboración de gas biológico, material para embalaje y láminas de cartón. GAMARRA, F. (2014)

En la mayoría de la extracción de metales mediante el uso de biomasa residuales, es gracias a sus proteínas, carbohidratos y componentes fenólicos que contienen grupos hidroxilo, carboxilo, fosfatos, sulfatos y amino, los cuales presentan mayor atracción por los iones metálicos, que facilitan su captación. TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. (2015).

Efecto de la temperatura. - Un cambio en la textura de la biomasa y un deterioro del sorbente indican una pérdida de la capacidad de sorción, con un aumento elevado de temperatura. Efecto del pH. - Un importante parámetro, que controla los procesos de adsorción de metales con diferentes biomasa es el pH. Debido a que los iones de Hidrógeno que componen el pH constituyen al adsorbato fuertemente competitivo. Por lo tanto, la medida o valor del pH en una fase acuosa es el factor importante en la adsorción de los iones, teniendo un efecto distinto para ambos iones. Entonces, mientras que la adsorción de cationes, esta favorecida para valores superiores a 4,5 de pH, la adsorción de aniones prefiere una medida o valor bajo de pH, es decir entre 1,5 y 4. Presencia de otros iones. - En una disolución la presencia de iones hace que estos, puedan competir con el metal de interés. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Ventajas de bioadsorción: Resulta económico por el uso de materiales bioadsorbente, Es eficiente, sobre todo cuando la concentración del metal es baja, No genera fangos químicos, el único residuo es el bioadsorbente, Se reduce el impacto ambiental, frente a otros adsorbentes.

Desventajas de la bioadsorción: La selección de los materiales bioadsorbente debe ser atendido ya, tanto en el costo y cantidad, para conseguir una aplicación muy extensa de la bioadsorción a un nivel industrial, La composición de un agua contaminada con Arsénico puede disminuir la eficiencia del proceso, debido a las interacciones de los metales de la disolución y de los bioadsorbente. Por ello es importante que estas aguas contaminadas deben estar adecuadamente caracterizadas, y así evitar interacciones indeseables, es importante también que los ciclos de operación estén programados adecuadamente para conseguir un máximo aprovechamiento del sistema y poder mantener las condiciones de calidad.

Como objetivo general consta en realizar un tratamiento de esta agua, pero un tratamiento, económico y eficaz, sobre todo para que la población de Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, pueda realizarlo en sus hogares, utilizando la biomasa seca (cáscara de plátano) como insumo principal, mediante un tratamiento de estas cáscaras antes de su uso, en primer lugar dejándolas secar a temperatura ambiente, durante 15 días aproximadamente, para luego poderlas moler con un molino manual, y así poder agregar al agua contaminada con arsénico, en un volumen conocido y con cierto tiempo de agitación, puedan obtener un agua de tipo 3 para el riego de sus cultivos.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente en el centro poblado Cruz del Médano, distrito de Mórrope, departamento de Lambayeque, existe un reservorio de agua, “reservorio nuevo”, como la gente lo llama (por haberse construido desde hace 8 años aproximadamente) VER ANEXO N°06 agua, que es extraído del subsuelo, para ser distribuida equitativamente en dicha población.

En el mes de mayo del año 2018, autoridades llegaron a dicha población para evaluar la calidad de agua en Cruz del Médano, midiendo diferentes parámetros, encontrando As en valores que superan los ECAS, agua, que es consumida por los pobladores y que hasta el momento no tienen respuestas de solución, sólo han enviado cisternas para distribuir a la población y han prohibido el uso de esta agua.

Soto, Edgardo, [et al]. (2013). La presencia de Arsénico en agua no es acompañada por color, olor, ni por cambios de sabor, representando un significativo peligro para la salud de la población. En Sudamérica, más de 4 millones de personas se encuentran expuestas a la contaminación geogénica de Arsénico en agua de consumo. En la mayor parte de las rocas la concentración de Arsénico oscila entre 0.5 y 2.5 mg/Kg⁻¹, pero concentraciones muchos mayores se encuentran en los sedimentos arcillosos más finos como en las fosforitas.

El Arsénico se encuentra en la mayoría de las aguas, aunque en pequeñas cantidades. Su permanencia es un tema de gran importancia en países como: Bangladesh, India, China, Brasil, Perú, Argentina, Tailandia, Estados Unidos, México, Bolivia y Chile en los cuales hubo un grande número de personas intoxicadas. QUIÑONES, Édgar, TEJADA, Candelaria y RUIZ, Víctor. (2014).

Se realizó un monitoreo de agua en Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque VER ANEXO N° 06 tomando muestras de agua en diferentes puntos para analizar en qué grado de concentración se encuentra esta agua subterránea y obteniendo los resultados realizados en el laboratorio de espectrofotometría, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y metalurgia - UNI con alto contenido de Arsénico, 0.05 m/L para ser más exacto y encontrándose fuera del ECA para consumo

humano de tipo 1 y para riego de vegetales de tipo 3 respectivamente, me veo en la obligación de realizar un tratamiento para este tipo de agua ya que es altamente tóxico a largo plazo.

Como objetivo general consta en realizar un tratamiento de esta agua, pero un tratamiento, económico y eficaz, sobre todo para que la población pueda realizarlo en sus hogares, utilizando la cáscara de plátano como insumo principal, mediante un tratamiento de estas cáscaras antes de su uso, en primer lugar dejándolas secar a temperatura ambiente, durante 15 días aproximadamente, para luego poderlas moler con un molino manual, y así poder agregar al agua contaminada con arsénico, en un volumen conocido y con cierto tiempo de agitación, puedan obtener un agua de tipo 3 para el riego de sus cultivos.

Esta investigación no solo desea brindar solución a un problema ambiental mediante el uso de un residuo orgánico (cáscara de plátano), sino también aplicando un método alternativo de tratamiento de agua subterránea.

La biodegradación de la piel de plátano tarda dos años, mientras que, si se tiene en cuenta la enorme cantidad de plátanos que se consume en el universo, recogerla y ser utilizada para la reducción del Arsénico, estas aguas contaminadas se reutilizarían para el riego de jardines. GAMARRA, F. (2014).

Las cáscaras de plátano, desecadas a temperatura ambiente y con un tamaño menor, al mezclarlas con agua contaminada la limpian de metales pesados, en una proporción de 5mg por 100 de líquido, es capaz de purificar un 65%. Esto es posible porque las cáscaras de plátano tienen moléculas negativas y son atraídos con la carga positiva de los metales pesados. GAMARRA, F. (2014).

1.2 TRABAJOS PREVIOS

Conde, C. et al. (2014) en su artículo “**Cáscara de plátano como adsorbente de metales pesados**”, tiene el objetivo de diseñar un sistema a nivel laboratorio para determinar la capacidad de la cáscara seca de plátano tipo tabasco para adsorber Cobre en una solución acuosa, y como primera etapa cuantifican la cantidad de Cobre que la cáscara de plátano pueda adsorber, para ello preparan una solución conocida de Cu, después esta solución la hacen pasar por una columna empaquetada con cáscara de plátano dentro, finalmente el líquido filtrado es llevado a un laboratorio para su respectivo análisis por espectrofotómetro de Absorción Atómica. Teniendo como resultado la concentración de Cu de 5,749 m/L y comparando con la concentración inicial de 9.803 m/L, se obtiene un rendimiento de 58.66%, concluyendo que el método propuesto tiene las propiedades de adsorber Cu.

QUIÑONES, Édgar, TEJADA, Candelaria y RUIZ, Víctor. (2014). en su publicación “**Remediación de aguas contaminadas con cromo utilizando diferentes biomateriales residuales**”, tuvieron como objetivo identificar la capacidad de remoción y la cinética de las diferentes biomasas aplicadas en sus experimentos, utilizaron variedades de bioadsorbentes, entre ellos: cortezas de árboles, residuos de madera, semillas y hojas de diferentes árboles, residuos de cereales, cascaras de fruto, cítricos y flores. Y como resultado se halló que para la remoción de Cromo (VI) la biomasa que mostró la máxima capacidad de adsorción fue los residuos de trigo con 322,58 mg/g, mientras que para el Cromo (III) fueron los residuos de naranja con 74,87mg/g, con un pH de 5 para ambos biomateriales.

Vera, L. et al. (2015). “**Development of sorbent materials for removing heavy metals from mining**”. Mencionan que la biosorción resulta ser una de las tecnologías más prometedoras en la remoción de metales pesados, no sólo por su bajo costo sino también sino también porque es un proceso rápido. Los autores mencionan que para los mecanismos de adsorción se debe tener necesariamente información sobre los grupos funcionales presentes, la estructura química y física de la pared celular de la biomasa, tamaño de poros, tipo, cadenas polisacáridos,

etc. Aplicaron diferentes técnicas para la determinar las propiedades de cada biosorbente: utilizaron mazorca de maíz, bagazo de la caña de azúcar y el mesocarpo de coco, en el cual se evidenció que los grupos funcionales que predominan son la celulosa y lignina.

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. (2015). “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico”. En su publicación estudiaron las generalidades de la adsorción para la remoción de contaminantes en solución, como un proceso alternativo, con biomásas usadas comúnmente en estos procesos, además de algunas variaciones o modificaciones realizadas para la mejora de la eficiencia de adsorción de estas. En su estudio, identificaron que factores como el pH, concentración del metal, temperatura y tamaño de partícula, influyen en el proceso. Concluyendo que la adsorción mediante el uso de biomasa residual para la remoción de contaminantes en solución acuosa es aplicable para estos procesos de descontaminación, además de evitar problemas secundarios como la generación de lodos.

ALVARADO Chávez, Ana M. y GOMEZ Díaz, Denise E. (2013). “Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de *Musa sapientum* (banano) utilizadas para filtro”. Tuvieron como objetivo elaborar un filtro a base de polvo de cáscara de ***Musa sapientum*** (banano), siguiendo modelos de filtro diseñado donde elaboraron 4 filtros utilizando cantidades diferentes de polvo de cáscara de *Musa sapientum* (banano) y así poder comprobar que cantidad posee mayor capacidad de retención de Pb en agua; prepararon una solución de 10ppm de Plomo, la cual hicieron pasar por los filtros elaborados con cantidades de 5 g, 10 g, 20 g, 30 g, de *Musa sapientum* (banano), después se procedió al filtrado para cuantificar la cantidad de Plomo presente en la solución filtrada, para ello utilizaron un equipo de espectrofotómetro de Absorción Atómica AA-7000 Atomic Absorption a una longitud de onda de 283.3 nm., dicho análisis lo llevaron a cabo en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Dentro de los resultados obtenidos calcularon el porcentaje de retención para cada filtro,

obteniendo 98.92% el mayor porcentaje para el filtro que contenía 10 gramos de cáscara de *Musa sapientum* (banano).

GONZALES Jimenez, Alejandro Eder y GUERRA Moreno, Julio Cesar. (2016) “Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico”. Pretenden en parte en dar solución a problemas ambientales en el país, reduciendo los residuos orgánicos, como es el caso de la cáscara de plátano y como segundo lugar, la remoción de metales pesados de Plomo y Zinc, en las aguas residuales de los laboratorios. Elaboraron un filtro a base de Cáscara de plátano, trabajaron con dos muestras, a diferentes temperaturas, entre ellas a 35,50,65 y 80°C y variando la velocidad de agitación con 50 y 80 RPM. Obteniendo los resultados, calcularon el porcentaje de adsorción de Plomo y Zinc para cada filtro. Obteniendo el mayor porcentaje de adsorción para Plomo con 79,76% y para el Zinc 66,37%, con una velocidad de agitación de 80 RPM y una temperatura de 80°C. Finalmente concluyeron que la cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), posee gran capacidad de adsorción para Pb y Zn en agua, y mediante los resultados, también demostraron que a medida que aumentó la velocidad de agitación y seguidamente la temperatura se obtuvieron resultados eficaces.

GARCÉS Jaraba, Luz Ercilla y COAVAS Romero, Susana Cecilia. (2012) “Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cromo (VI) en aguas residuales”. Proponen la adsorción de Cromo con biomasa residual como un método eficaz y económico. Para ello usaron cáscara de naranja y cáscara de naranja modificada con quitosano, haciendo que la biomasa tenga contacto con la solución de Cromo (VI) de 100ppm, fue un ensayo discontinuo con el fin de determinar factores que afectan la adsorción del Cromo (VI), siendo; el pH, el tamaño de partícula y la concentración de biomasa. Según los resultados, la cáscara de naranja presenta mayor capacidad de adsorción comparando con la cáscara de naranja modificada con quitosano; presentando un porcentaje de

remoción de 66.8% y 61.24% respectivamente. La relación de (g/L) de solución, el pH y la concentración del adsorbente, en el proceso de adsorción juegan un papel fundamental.

GAMARRA Sonco, Fernando (2014) Evaluación del uso de cáscara de banano (*Musa paradisiaca* sp.) para la descontaminación del agua con metales pesados de la cuenca de Milluni - La Paz. Evaluó el uso de las cáscaras de plátano para descontaminar agua contaminada con metales pesados como el Manganeseo, Plomo y Hierro efluentes de la minería hacia las lagunas de Millinu Grande, Milluni Chico y Jankho Khota, pues en la metodología, combinaron polvo de cáscara de plátano con aguas de las lagunas, agitando y teniendo un tiempo de 10 minutos de reposo, pasaron a filtrarlo. Teniendo como evidencias que la cáscara de plátano contiene cantidades de Manganeseo y Hierro en su composición, incrementando los niveles de estos en el agua, sin embargo, se vio que existe un efecto de descontaminación. Es decir, hubo un intercambio iónico, el Hierro y Manganeseo del agua pasó a la cáscara y el Hierro y Manganeseo que contenía la cáscara paso al agua. Concluyendo que no solo la cáscara de banano purifica el agua, si no también puede estabilizar el pH, incrementando la conductividad eléctrica del agua, debido a las sales presentes en la cáscara de plátano.

RIOS Elizalde, Paola Elizabeth. (2014) “Cinética de bioadsorción de Arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo”. Su objetivo fue, evaluar la capacidad de biosorción de la harina de cáscara de banano maduro (HCBM) para la remoción de metales pesados y el porcentaje de eliminación de dichos metales, varió 2 parámetros: tamaño de la biomasa (0,400mm y 841µm) y la cantidad de biomasa por litro (4, 8, 12 y 16 g/l). Para este estudio se colocó diferentes concentraciones y deferentes tamaños de partículas en soluciones de 50m/l de Arsénico. Se midió el pH cada 8 horas. Utilizó espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) sobre todo para identificar los grupos funcionales presentes en la harina de cáscara de banano maduro, que son capaces de enlazar metales pesados. En los resultados, se observan que no existe diferencia

significativa en las diferentes concentraciones de biomasa, ya que muestran como máximo de 95,5%. Pudiendo concluir que a mayor concentración de bioadsorbente, mayor será el porcentaje de Arsénico; el pH ligeramente ácido, es decir entre (6.9 y 5.4), favorece la adsorción, ya el grado de protonación de la cáscara de plátano aumenta y en consecuencia aumenta también la adsorción de los metales pesados.

CASTRO Pastor, Bismark. (2015). “Uso de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) Maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, Plomo y Cromo en aguas contaminadas”. Tuvo como objetivo general evaluar la capacidad de adsorción de la harina de la cáscara de banano maduro (HCBM) para la remoción de metales pesados, variando dos parámetros; el tamaño de partícula de la (HCBM) con 845µm, 400 µm y 250 µm. y la cantidad de (HCBM) con 10, 15 y 20 g/L. el estudio consistió en preparar soluciones con las concentraciones mencionadas, adicionando a las soluciones preparadas de 50 ppm de Cr (VI) y 50 ppm de Plomo (II). Durante el proceso de bioadsorción, se midió el pH cada 8 horas. Este proceso se llevó a cabo en reactores de tipo “Batch”, y de esta manera determinar factores que influyen en el proceso de bioadsorción. Los resultados muestran un máximo porcentaje de bioadsorción de 80% para el Plomo (II) y 51,2 % para el Cromo (VI). Para ambos estudios el tiempo de retención fue de 48 horas. El análisis estadístico muestra que, a mayor concentración de cáscara de banano, existe mayor bioadsorción; que un pH ligeramente ácido (6,9 y 5,4) favoreció la bioadsorción.

VERA Samaniego, Karina Lizeth. (2014) Remoción del arsénico en agua residual de proceso mediante el método de bioadsorción. Su objetivo general fue, comparar la concentración inicial y final de arsénico, así como el porcentaje de remoción. El tesista varió siete parámetros fisicoquímicos en su tratamiento: pH, tamaño de partícula de la biomasa, concentración del metal, cantidad de biomasa, temperatura, tiempo de contacto tipo de tratamiento asignando un valor alto y un valor bajo, preparó muestras por triplicado, dando un total de 24. Uso un diseño experimental de Youden e Steiner y un análisis de varianza para su diseño

experimental. No encontrando una diferencia significativa en los 8 tratamientos, entre ellos 2 de los tratamientos obtuvieron mayores porcentajes de eliminación de Arsénico: el tratamiento 1 por ejemplo, (el valor de pH fue de 5.5, tamaño de partícula = 0.4 mm, la concentración del metal fue de 90 mg/L, cantidad de la cáscara = 1g, tiempo de contacto 2 horas y una temperatura de 22°C) mostrando mayor porcentaje de Arsénico (23.49%) comparándolo con el tratamiento 1, (con un pH de 5.5, tamaño de partícula = 0.4 mm, la concentración del metal fue de 90 mg/L, cantidad de la cáscara = 0.3g, tiempo de contacto 4 horas y una temperatura de 22°C) con un porcentaje de remoción de Arsénico de (20.52%). Deduciendo que el tratamiento 2 sobresalió con mejor remoción.

A continuación, se presentará un resumen a groso modo de trabajos previos:

Tabla 1 Resumen General de Trabajos Previos

AUTOR	OBJETIVO GENERAL	METODOLOGIA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Conde, C. et al. (2014). “Cáscara de plátano como adsorbente de metales pesados”.	Diseñar un sistema a nivel laboratorio para determinar la capacidad de la cáscara seca.	Solución preparada de Cu la cual hacen pasar por una columna empaquetada con cáscara de plátano.	Teniendo como resultado la concentración de Cu de 5,749 m/L y comparando con la concentración inicial de 9.803 m/L, se obtiene un rendimiento de 58.66%.
QUIÑONES, Édgar, TEJADA, Candelaria y RUIZ, Víctor. (2014). “Remediación de aguas contaminadas con cromo utilizando diferentes biomateriales residuales”	Tuvieron como objetivo identificar la capacidad de remoción y la cinética de las diferentes biomasas	Cortezas de árboles, residuos de madera, semillas y hojas de diferentes árboles, residuos de cereales, cascara de fruto, cítricos y flores.	Remoción de Cromo (VI) la biomasa que mostró la máxima capacidad de adsorción fue los residuos de trigo con 322,58 mg/g, mientras que para el Cromo (III) fueron los residuos de naranja con 74,87mg/g, con un pH de 5 para ambos biomateriales.

<p>Vera, L. et al. (2015). “Development of sorbent materials for removing heavy metals from mining”</p>	<p>Menciona que para los mecanismos de adsorción se debe tener necesariamente información sobre los grupos funcionales presentes, la estructura química y física de la pared celular de la biomasa, tamaño de poros, tipo, cadenas polisacáridos, etc.</p>	<p>Aplicaron diferentes técnicas para la determinar las propiedades de cada biosorbente: utilizaron mazorca de maíz, bagazo de la caña de azúcar y el mesocarpo de coco.</p>	<p>Los grupos funcionales que predominan son la celulosa y lignina.</p>
<p>TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. (2015). “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico”</p>	<p>Generalidades de la adsorción para la remoción de contaminantes en solución,</p>	<p>En su estudio, identificaron que factores como el pH, concentración del metal, temperatura y tamaño de partícula, influyen en el proceso.</p>	<p>Concluyendo que la adsorción mediante el uso de biomasa residual para la remoción de contaminantes en solución acuosa es aplicable para estos procesos de descontaminación</p>
<p>ALVARADO Chavez, Ana M. y GOMEZ Diaz, Denise E. (2013). “Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de <i>Musa sapientum</i> (banano) utilizadas para filtro”</p>	<p>Elaborar un filtro a base de polvo de cáscara de <i>Musa sapientum</i> (banano).</p>	<p>Prepararon una solución de 10ppm de Plomo, la cual hicieron pasar por los filtros elaborados con cantidades de 5 g, 10 g, 20 g, 30 g, de <i>Musa sapientum</i> (banano).</p>	<p>Obteniendo 98.92% el mayor porcentaje para el filtro que contenía 10 gramos de cáscara de <i>Musa sapientum</i> (banano).</p>

<p>GONZALES Jimenez, Alejandro Eder y GUERRA Moreno, Julio Cesar. (2016) “Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (<i>Musa Sapientum</i>), en las aguas residuales de laboratoios de análisis químico”</p>	<p>remocion de metales pesados de Plomo y Zinc.</p>	<p>trabajaron con dos muestras, a diferentes temperaturas, entre ellas a 35,50,65 y 80°C y variando la velocidad de agitacion con 50 y 80 RPM.</p>	<p>Obtuviendo el mayor porcentaje de adsorcion para Plomo con 79,76% y para el Zinc 66,37%, con una velocidad de agitación de 80 RPM y una temperatura de 80°C.</p>
<p>GARCÉS Jaraba, Luz Ercilla y COAVAS Romero, Susana Cecilia. (2012) “Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (<i>Citrus sinencis</i>) Modificada con Quitosano para la remoción de Cromo (VI) en aguas residuales”</p>	<p>Proponen la adsorción de Cromo con biomasa residual como un método eficaz y económico.</p>	<p>usaron cáscara de naranja y cáscara de naranja modificada con quitosano, haciendo que la biomasa tenga contacto con la solución de Cromo (VI) de 100ppm, fue un ensayo discontinuo con el fin de determinar factores que afectan la adsorción del Cromo (VI), siendo; el pH, el tamaño de partícula y la concentración de biomasa.</p>	<p>La cascara de naranja presenta mayor capacidad de adsorción comparando con la cascara de naranja modificado con quitosano; presentando un porcentaje de remoción de 66.8% y 61.24% respectivamente.</p>

<p>GAMARRA Sonco, Fernando (2014) “Evaluación del uso de cáscara de banano (<i>Musa paradisiaca</i> sp.) Para la descontaminación del agua con metales pesados de la cuenca de Milluni - La Paz”.</p>	<p>Evaluó el uso de las cáscaras de plátano para descontaminar agua contaminada con metales pesados como el Manganeseo, Plomo y Hierro efluentes de la minería hacia las lagunas de Millinu Grande, Milluni Chico y Jankho Khota</p>	<p>Combinaron polvo de cáscara de plátano con aguas de las lagunas, agitando y teniendo un tiempo de 10 minutos de reposo, pasaron a filtrarlo.</p>	<p>Hubo un intercambio iónico, el Hierro y Manganeseo del agua pasó a la cáscara y el Hierro y Manganeseo que contenía la cáscara paso al agua. Concluyendo que no solo la cáscara de banano purifica el agua, si no también puede estabilizar el pH, incrementando la conductividad eléctrica del agua, debido a las sales presentes en la cáscara de plátano.</p>
<p>RIOS Elizalde, Paola Elizabeth. (2014) “Cinética de bioadsorción de Arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo”.</p>	<p>Tuvo como objetivo evaluar la capacidad de biosorción de la harina de cáscara de banano maduro (HCBM) para la remoción de metales pesados y el porcentaje de eliminación de dichos metales.</p>	<p>Varió 2 parámetros: tamaño de la biomasa (0,400mm y 841µm) y la cantidad de biomasa por litro (4, 8,12 y 16 g/l). Para este estudio se colocó diferentes concentraciones y deferentes tamaños de partículas en soluciones de 50m/l de Arsénico. Se midió el pH cada 8 horas. Utilizó espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)</p>	<p>Concluyó que a mayor concentración de bioadsorbente, mayor será el porcentaje de Arsénico; el pH ligeramente acido, es decir entre (6.9 y 5.4), favorece la adsorción.</p>

		sobre todo para identificar los grupos funcionales presentes en la harina de cáscara de banano maduro, que son capaces de enlazar metales pesados.	
CASTRO Pastor, Bismark. (2015). “Uso de la cáscara de banano (<i>Musa paradisiaca</i>) Maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, Plomo y Cromo en aguas contaminadas”.	Tuvo como objetivo general evaluar la capacidad de adsorción de la harina de la cáscara de banano maduro (HCBM) para la remoción de metales pesados,	Variando dos parámetros; el tamaño de partícula de la (HCBM) con 845µm, 400 µm y 250 µm. y la cantidad de (HCBM) con 10, 15 y 20 g/L. Para ambos estudios el tiempo de retención fue de 48 horas.	Los resultados muestran un máximo porcentaje de bioadsorción de 80% para el Plomo (II) y 51,2 % para el Cromo (VI). Para ambos estudios el tiempo de retención fue de 48 horas. El análisis estadístico muestra que, a mayor concentración de cáscara de banano, existe mayor bioadsorción; que un pH ligeramente ácido (6,9 y 5,4) favoreció la bioadsorción.
VERA Samaniego, Karina Lizeth. (2014) Remoción del arsénico en agua residual de proceso mediante el método de bioadsorción.	Su objetivo general fue, comparar la concentración inicial y final de arsénico, así como el porcentaje de remoción.	El tesista varió siete parámetros físicoquímicos en su tratamiento: pH, tamaño de partícula de la biomasa, concentración del metal, cantidad de biomasa, temperatura, tiempo de contacto tipo de	2 de los tratamientos obtuvieron mayores porcentajes de eliminación de Arsénico: el tratamiento 1 por ejemplo, (el valor de pH fue de 5.5, tamaño de partícula = 0.4 mm, la concentración del metal fue de 90 mg/L, cantidad de la cáscara = 1g,

		tratamiento asignando un valor alto y un valor bajo.	tiempo de contacto 2 horas y una temperatura de 22°C) mostrando mayor porcentaje de Arsénico (23.49%) comparándolo con el tratamiento 1, (con un pH de 5.5, tamaño de partícula = 0.4 mm, la concentración del metal fue de 90 mg/L, cantidad de la cáscara = 0.3g, tiempo de contacto 4 horas y una temperatura de 22°C).
--	--	--	--

1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Generalidades del Agua

El agua cubre el 71% de la corteza terrestre, principalmente se localiza en los océanos, donde se concentra el 96,5% del total de agua, los glaciares poseen 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos) suponen el 1,72% y el 0,04% se reparten en orden de lagos, humedad del suelo, ríos, atmósfera y seres vivos. ALVARADO, A. y GOMEZ, D. (2013).

1.3.2 Propiedades físicas y químicas del agua

El agua químicamente se formula como H_2O , esto es, que una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno enlazados covalentemente. La unión entre estas moléculas de agua es el enlace por puente covalente.

- En condiciones normales, el agua es incolora, insípida e inodora. La presión atmosférica está relacionada directamente con el punto de ebullición.
- El agua se ha catalogado como el disolvente universal, por ser un disolvente muy potente, ante cualquier sustancia.
- La conductividad eléctrica del agua pura es baja, pero si se le agrega material iónico como el cloruro de sodio u otra sustancia, su valor de conductividad se incrementa significativamente.

1.3.3 Importancia de los metales pesados

El agua por ser un solvente universal disuelve la mayor cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas dependiendo de sus solubilidades. Las estructuras geológicas es una fuente que presenta gran variedad de iones disueltos en las aguas superficiales, la cual son evidencia de no haber existido actividad humana.

El ingreso de metales pesados al ciclo hidrológico proviene de diversas fuentes, siendo una de ellas de origen natural, como es la erosión de suelo, dejando minerales libres que luego son arrastrados por las lluvias hasta los ríos o cauces de agua. CASTRO Pastor, Bismark. (2015). Los metaloides poseen propiedades parecidos a las de los metales y no metales, entre ellos son el arsénico, germanio, antimonio, selenio y telurio. Los compuestos metálicos y metaloides se presentan en diferente estado de oxidación en aire, agua y suelo. Además, presentan diversos grados de carga iónica, grados de reactividad y solubilidad en agua. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Es muy importante el estudio de los metales pesados, debido a su alta toxicidad, persistencia y acumulación rápida por los organismos vivos. El efecto tóxico de los metales pesados presenta problemas a largo plazo. CASTRO Pastor, Bismark. (2015).

Tabla 2 Propiedades Químicas del Arsénico

Símbolo	As
Clasificación	Elemento nitrogenoide. Grupo 15 ^o metaloide
Numero atómico	33
Numero de oxidación	-3,0, +3, +5
Isótopos	1 isotopo natural ⁷⁵ As

Fuente: elaboración propia

1.3.4 Aspectos generales del Arsénico

El Arsénico se encuentra en la atmósfera, rocas, suelos, minerales, cuerpos de agua y organismos de formas orgánica e inorgánica y metilada. Según estudios el Arsénico tiene fácil movilización en condiciones naturales. Aunque el hombre ha tenido gran impacto en la generación de Arsénico tóxico a través de la actividad minero metalurgia, mediante el uso de combustibles fósiles, de pesticidas orgánicos, desecantes agrícolas y herbicidas, así también como el uso del As en insumo de alimentos para aves de corral y ganado. Rangel, A. et al. El Arsénico se encuentra en diferentes estados de oxidación, entre ellos: Arseniato As (V), Arsenito As (III), Arsénico elemental (0) y Arseniuro (-III) ESCALERA, R. y ORMACHEA, M., (2017).

El Arsenito (III) es 10 veces más tóxico que el Arseniato (V), siendo poco soluble en agua y menos disponible. Cuando el Arsénico es encontrado como mineral en combinación con hierro y sulfuro, es decir de tipo oropimente (ejemplo: trisulfuro de Arsénico As_2S_3) y rejalgar (Arsenopirita $FeAsS$), no es considerado tóxico. Pero si es encontrado como As (III) y As (V), es altamente tóxico para los organismos vivos. RANGEL, E. et al.

El arsénico (III) se encuentra como H_3AsO_3 y sus productos de disociación son ($H_3AsO_3^+$, $H_2AsO_3^-$, $HAsO_3^{2-}$ y AsO_3^{3-}), siendo dominantes a pH alcalinos, en condiciones oxidantes, por otro lado, el As (V) está presente, pero en la forma H_3AsO_4 y sus productos de disociación correspondientes son ($H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^{2-}$ y AsO_4^{3-}), los cuales son dominantes bajo condiciones oxidantes a pH ácidos en ambientes acuosos.

Tabla 3 Propiedades Físicoquímicas de algunos compuestos de Arsénico

COMPUESTO	FORMULA	PUNTO DE FUSION (°C)	PUNTO DE EBULLICION (°C)	DENSIDAD (g/cm ³)	SOLUBILIDAD EN EL AGUA
Arsénico	As	613	---	5,73 a 14°C	insoluble
Trióxido de Arsénico	As ₂ O ₃	312,3	465	3,74	37 a 20°C
Pentóxido de Arsénico	As ₂ O ₅	315	---	4,32	1500 a 16°C
Sulfuro de Arsénico	As ₂ S ₃	300*	300*	3,43	5X10 ⁻⁴
Ácido Dimetil Arsénico	(CH ₃) ₂ AsO (OH)	200	---	---	829 a 22 °C
Arsenato de Plomo	PbHAsO ₄	720	---	5,79	Poco soluble
Arsenato de Potasio	KH ₂ AsO ₄	288	---	287	Potasio 190 a 16 °C
Arsenito de Potasio	KH ₂ AsO ₃	---	---	---	Soluble

Fuente: RIOS Elizalde, Paola E. (2014) *Se descompone

1.3.5 El arsénico y sus efectos sobre la salud

La toxicidad del arsénico en altas concentraciones ha sido conocido por ciclos, también se tiene documentado que se utiliza para el tratamiento de enfermedades como la malaria, sífilis, cólera e incluso leucemia. La arsina (AsH_3), es la forma más toxica del arsénico, un compuesto gaseoso, inflamable

e inodoro. Seguidos por arsenitos (As III), arseniato (As V), y compuestos orgánicos. TRELLES Bautista, Jesus A. (2013).

En las últimas décadas el Arsénico ha sido identificado en agua subterránea, usado para consumo directo en países de todos los continentes, convirtiéndose globalmente en un problema para la salud de las personas. Cientos de millones de personas en casi la mayoría de los países consumen a diario agua con concentraciones de arsénico y en muchas ocasiones mayores a 10 µg/l, limite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). TRELLES Bautista, Jesus A. (2013).

En caso de ingesta excesiva, una parte de Arsénico se deposita en los tejidos produciendo la inhibición de la actividad enzimática celular. Su toxicidad en humanos predomina en la remoción del cuerpo. TRELLES Bautista, Jesus A. (2013). Las principales vías de absorción de Arsénico son: oral que está relacionada con el consumo de agua, alimentos, y en menor grado la inhalación de olores y polvos. La excreción de este contaminante tóxico se realiza principalmente por la orina y por las heces, pero en menor cantidad. VERA Samaniego, Karina Lizeth. (2014).

1.3.6 Origen del Arsénico en las aguas

La existencia de altos contenidos de Arsénico en las aguas de origen natural está controlada por tres factores: fuente primaria de Arsénico (geósfera y atmósfera), la interacción de las fase sólida y fase líquida, en otras palabras, los procesos de movilización, retención y como último factor el transporte del Arsénico. Con respecto al primer factor, una de las características comunes en la mayoría de los acuíferos no está asociados a un origen antropogénico, ni a depósitos de minerales, ni también a procesos geotermales. Con esto quiero decir, que los materiales que forman el acuífero tienen contenidos de Arsénico que se acercan a valores considerados como contenido medio de fondo (0,5-1.0 ppm en areniscas, 1-1,5 ppm en carbonatos y 13 ppm en arcillas y pizarras). (LILLO, 2014).

1.3.7 Presencia de Arsénico en aguas subterráneas

La concentración de Arsénico en pozos con profundidad mayor a 50 metros suele estar distribuidas heterogéneamente, incluso en zonas muy pequeñas tienen alta variabilidad. Este tipo de comportamiento es muy frecuente en acuíferos con rocas sedimentarias muy variables, sedimentos fluvio-lacustres en los que por lo general el Arsénico se encuentra mezclado con minerales de hierro los cuales se encuentran de forma heterogénea y distribuida en diferentes capas de arcilla, limo y/o arena. ESCALERA, R. y ORMACHEA, M., (2017)

Humberto, Herrera [et al]. La salinidad como la sodicidad de los suelos, están estrechamente vinculadas con la alteración u cambio de la capa freática cercanas a la superficie.

1.3.8 Movilidad del arsénico

VERA Samaniego, Karina Lizeth. (2014). El arsénico se moviliza por las reacciones naturales de meteorización, es decir, cambios físicos y químicos producidos en las rocas y relieves de la superficie terrestre por acción de los agentes atmosféricos, emisiones volcánicas y otras actividades antropogénicas. La movilización del arsénico en condiciones naturales, son los que generalmente ocasionan problemas de Arsénico. En agua los estados de oxidación más comunes del arsénico son: Arseniato (V) y Arsenito (III).

Tabla 4 Características entre Arseniato (V) y Arsenito (III)

Arseniato (V)	Arsenito (III)
Se encuentran con más frecuencia en aguas superficiales	Es más probable encontrar en aguas subterráneas anaerobias.
Están cargadas negativamente	Son eléctricamente neutras en agua

Mayor eficiencia de remoción	Poca eficiencia de remoción debido a sus propiedades eléctricas
<p>Y para incrementar la eficiencia de remoción cuando está presente el As (III) es necesaria su peroxidación a especies de As (V)</p> <p>VERA Samaniego, Karina Lizeth. (2014).</p>	

Fuente: elaboración propia

1.3.9 Plátano (*Musa paradisiaca* sp.)

El plátano además de todas las propiedades nutritivas y medicinales que posee se ha descubierto también que es útil para diversas actividades, como alimentación animal, purificación de agua, fabricación de plásticos, etc. Gracias a la composición de la cáscara. El nombre **banano, plátano, guineo o cambur** agrupa un gran número de plantas herbáceas del género *Musa*, en 1753 fue clasificado oficialmente por Carlos Linneo como *Musa paradisiaca*. ALVARADO Chavez, Ana M. y GOMEZ Diaz, Denise E. (2013).

El plátano es el cuarto cultivo de frutas más importante del mundo. Tiene su origen en Asia Meridional, pero fue conocido en el Mediterráneo desde el año 650 D.C. en muchas regiones de Centroamérica y Sudamérica, su cultivo ha extendido.

1.3.10 Biomasa

Según la Real Academia Española (2017). Biomasa es toda materia orgánica originada en un proceso biológico.

1.3.11 Cáscara de plátano

ROMERO, Hugo, AYALA, Humberto y LAPO, Bryon. (2015), La cáscara de plátano dentro de sus propiedades contiene lignocelulosa (celulosa, hemicelulosa y lignina) siendo el componente más abundante de la biomasa que produce la fotosíntesis. Naturalmente se forman, cada año alrededor de 200.000 millones de toneladas de este componente en el universo. La celulosa está situada en la

pared primaria de las frutas, la hemicelulosa y la lignina están ubicadas en la pared secundaria pero también se encuentran en la pared primaria en menor proporción. Se debe tener en cuenta que la pared primaria está asociada a células vivas con disposición de fibrillas desordenadas y es flexible, mientras que la pared secundaria está asociada a células muertas con disposición de fibrillas en capas ordenadas de fibrillas y es grueso. La celulosa pertenece a un tipo de polisacárido lineal y la hemicelulosa es un compuesto no glúcido ramificado.

1.3.12 Composición química de la cáscara de plátano

GAMARRA Sonco, Fernando (2014). En base seca el contenido de fibra es de 13%. Siendo los principales componentes de la cáscara de plátano con 25% de celulosa, 15% de hemicelulosa y 60% de lignina. La cáscara de plátano desecada y pulverizada, cuando son mezcladas con agua contaminada, la limpian de metales pesados en una proporción de 5 mg por 100 de líquido, es capaz de purificar un 65% de agua con moléculas de Cadmio Uranio o níquel. Es posible porque la cáscara de plátano tiene carga negativa, lo cual hace ser atraídos por los metales pesados que tienen carga positiva.

La cáscara de plátano tiene la propiedad de adsorción. La cáscara molida tiene la capacidad de extraer iones de metales del agua y de los parámetros que intervienen en este proceso. La adsorción con cáscara de plátano en gran parte se debe a la lignina que son polímeros insolubles, porque presentan un elevado peso molecular, resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico). Su unión aleatoria de estos radicales da origen a una estructura tridimensional, polímero amorfo, muy característico de la lignina. GONZALES Jimenez, Alejandro Eder y GUERRA Moreno, Julio Cesar. (2016).

Tabla 5 Característica Química de la cáscara de plátano

Componentes	Cáscara de plátano (% base seca)
-------------	----------------------------------

Almidón	39,89
Humedad	89,1
Hemicelulosa	14,8
Celulosa	13,2
Lignina	14
Magnesio	0,16
Calcio	0,26
Cenizas	11,37

Fuente: RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

1.3.13 Adsorción

Resultado de la atracción entre moléculas de la superficie de un sólido y las de un líquido. En los procesos de adsorción existen dos conceptos fundamentales. El soluto retenido es denominado adsorbato y el sólido que retiene es el adsorbente, los adsorbentes suelen ser porosos. GARCÉS Jaraba, Luz Ercilla y COAVAS Romero, Susana Cecilia. (2012)

Principales características de la adsorción:

- La cantidad adsorbida dependen del tratamiento previo que haya sido sometido el adsorbente y sobre todo de la sustancia adsorbida.
- Por ser un proceso de adsorción que generalmente es exotérmico, al aumentar la temperatura, disminuye la cantidad adsorbida.

Tipos de adsorción: Si se atiende a las fuerzas de interacción entre las moléculas del adsorbato y del adsorbente, es aceptada dos tipos fundamentales de adsorción. Entre ellas.

Adsorción física. - Cuando las fuerzas son debido a las fuerzas de Van del Waals, se usa el termino adsorción física o fisorción, pues en este tipo de

adsorción, la molécula adsorbida puede trasladarse en la interfase por encontrarse libre y no en un lugar específico.

Adsorción química. - El término de adsorción química o quimisorción se aplica cuando las fuerzas entre el adsorbato y el adsorbente presentan un enlace covalente, es decir forman enlaces fuertes. Asemajándose a una reacción química por la transferencia de electrones entre el adsorbente y el adsorbato.

Tabla 6 Porcentaje de Remoción de diferentes adsorbentes

ADSORBENTE	DOSIS (g/L)	% de remoción	
		Arsenito (AsIII)	Arsenito (As V)
Carbón de madera	10	19	37
Cáscara de plátano	10	12	18
Cenizas de carbón	10	20	28
Hoja de té	10	25	42
Aserrín	10	28	36
Cáscara de arroz	10	5	12
Arena	10	15	22
Carbón activado	10	50	65

Fuente: RIOS Elizalde, Paola E. (2014)

1.3.14 Bioadsorción

RIOS Elizalde, Paola E. (2014). Es un proceso de adsorción, que consiste en captar especies químicas mediante una biomasa, a través de mecanismos fisicoquímicos, como el intercambio iónico o adsorción. Dentro de estos mecanismos de influencia de la capacidad de adsorción, durante el proceso se mencionan: el pH, la relación adsorbente/disolución y el tamaño de partícula.

Vera, L. et al. (2015). Entre las ventajas de los biosorbentes, destacan: la posibilidad de recuperar el metal, tienen capacidad de regenerarse, son económicos, no generan lodos durante su utilización y la posibilidad de recuperar el metal. Y dentro de las principales desventajas tienden a ser sensibles al pH.

1.3.15 Procesos de bioadsorción:

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. (2015) Este proceso de bioadsorción contiene dos fases: la fase sólida (biomasa) y la fase líquida (agua) que en solución se encuentra la sustancia de interés que será adsorbida. Para que el proceso de bioadsorción sea un éxito debe existir gran afinidad entre el contaminante y los grupos funcionales, ya que el contaminante debe ser atraído hacia la biomasa y enlazado por diferentes mecanismos.

Parámetros que influyen en la bioadsorción:

Valores extremos de un agua contaminada, podría dañar la estructura de la biomasa.

Tamaño de partícula. - la capacidad de adsorción como la velocidad se ven afectadas por el tamaño de partícula.

Tipo de metal. - la propiedades químicas y físicas de los metales condicionan su comportamiento en una disolución, que a su vez dan lugar a una interacción diferente con la biomasa.

pH de la disolución. - es importante destacar que el pH óptimo, es diferente para cada sistema de bioadsorción estudiado, tanto del bioadsorbente como del metal y de la composición de la disolución que contiene el metal a eliminar. En la mayoría de los trabajos estudiados, sobre la retención de metales y el efecto del pH, se ha observado un aumento de la capacidad de adsorción con el aumento de pH. GARCÉS Jaraba, Luz Ercilla y COAVAS Romero,

Efecto de la dosis del adsorbente. - La cantidad de adsorbente es un factor que limita, pero hasta cierto punto la concentración de metal adsorbida. Dicho de

otra manera, a mayor cantidad de adsorbente se obtendrá mayor adsorción. Pero lo óptimo, es llegar a una relación de equilibrio.

Tipo de material bioadsorbente. - la reactividad química y la composición de la superficie del bioadsorbente determina los mecanismos de retención de los adsorbatos y condiciona, en gran medida, su capacidad de eliminación.

Cinética de bioadsorción. - El estudio cinético permite determinar la velocidad de la adsorción del adsorbato por el adsorbente y debe proporcionar una idea sobre el mecanismo de adsorción. Driss (2010). En una adsorción física en la etapa en que se forma un enlace entre el adsorbato y el adsorbente es muy rápido. Pero si la adsorción es más lenta pues es acompañada por una reacción química. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Potencial redox. - según la OMS es una forma de medir químicamente la energía de oxidación - reducción mediante un electrodo, que la convierte en energía eléctrica. Cuando se produce una oxidación el potencial redox es positivo y cuando se produce una reducción es negativo. Las reacciones redox, normalmente van acompañadas de cambios de pH.

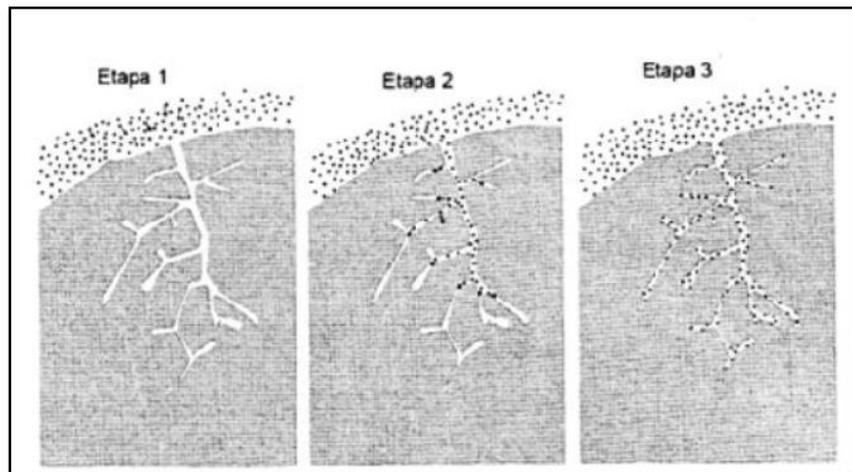
Conductividad. - La conductividad representa la cantidad de sales que existe en una solución.

1.3.16 Etapas del proceso de adsorción

Etapa 1. Difusión externa. El adsorbato debe vencer la resistencia de una capa fina, acumulada alrededor del adsorbente.

Etapa 2. Difusión interna. El adsorbato migra a través de la pared porosa del sólido.

Etapa 3. La adsorción del adsorbato. El adsorbato se adhiere a la superficie del adsorbato.



Fuente: RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Figura 1 Etapas del proceso de adsorción

1.3.17 Mecanismos de Bioadsorción

La naturaleza del metal, los grupos funcionales presentes en la superficie de la biomasa son mecanismos de la biosorción y los factores determinantes en la biosorción son: la dosis de la biomasa, el pH, la temperatura y la concentración inicial. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Existen diferentes maneras, de que contaminantes (adsorbato) sean capturados, estos dependen de la complejidad de las estructuras del biosorbente presenta. Dicho de otra manera, que los mecanismos de la bioadsorción son variados, dependen de la sustancia a retener y del material biosorbente. Los mecanismos que tienen lugar en un proceso de bioadsorción, en muchas ocasiones no son fáciles de explicar. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

El mecanismo atribuido a la adsorción no ha sido establecido totalmente hasta el momento, sin embargo, la unión de un metal a la biomasa se atribuye a un intercambio iónico/adsorción y otros, que ocurren principalmente por fuerzas físicas (Van der Walls) o por unión química (iónica o covalente) entre un adsorbente y un adsorbato. RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

Tabla 7 Diferencias entre Quimisorción y Fisorción

QUIMISORCIÓN	FISORCIÓN
Verdaderos enlaces químicos (enlaces fuertes)	Enlaces débiles - interacciones de Van der Walls
La adsorción, puede verse favorecida por el aumento de temperatura. Es un proceso irreversible.	El incremento de temperatura reduce la adsorción es un proceso reversible.
La adsorción normalmente se lleva a cabo en puntos específicos de la superficie del adsorbente.	La adsorción toma lugar en cualquier punto del adsorbente.
El adsorbato cambia su estructura química.	El adsorbato mantiene su identidad.

Fuente: RIOS Elizalde, Paola E. (2014).

1.3.18 Jart test

El equipo “jart test” es utilizado para la selección de productos químicos o naturales y la cantidad a utilizar en un determinado proceso, para un tratamiento de aguas. Se debe identificar las concentraciones con las que el proceso y el sistema funcionen de manera óptima; esto es, la obtención de un tratamiento eficiente y a un menor costo, para ello los ensayos son realizados a escala laboratorio a través de equipos como el “jart test”. NAVARRO, Natalia (2011).

Prueba de jarras: en la prueba de jarras se utiliza polímeros o coagulantes variando su dosis en cada jarra (generalmente son 6 jarras), permitiendo la eliminación de materiales en suspensión a través del proceso de floculación, dicho de otra manera, simula el proceso unitario de coagulación, floculación y sedimentación, pudiendo además realizar el ajuste de pH en cada muestra hasta alcanzar sus mejores resultados.

Para este estudio se utilizó este método, para poder determinar la dosis óptima de la cáscara de plátano a utilizar en la bioadsorción de Arsénico. A pequeña escala.

El equipo “jart test” contiene 6 paletas de agitación, encargadas de mezclar el contenido de cada recipiente. Con una capacidad de uno o dos litros, a una misma velocidad de mezclado para todos los envases, es controlada por un medidor de revoluciones en RPM, también cuenta con un sistema de iluminación para poder observar los cambios que se producen al momento de la operación. El equipo también cuenta con un panel digital y programación secuencial, donde se puede programar los intervalos de tiempo y velocidades de una mezcla ya sea rápida o lenta.

Marco Legal

Los efectos de toxicidad del Arsénico son muy conocidos desde la antigüedad, desde el ciclo XIX sus consecuencias sobre la salud, han sido estudiadas, concluyendo con la fijación de límite máximo 0,01mg/l por parte de la Organización Mundial de la Salud. Las normas de tolerancia al As varían según cada país: en la unión europea se considera peligrosa cuando el agua para beber contiene más de 0.01mg/l de Arsénico, Estados Unidos y Rusia cuando supera más de 0.05mg/l de Arsénico. BOCANEGRA, Olga, et al. (2012). Perú tiene fijado límites máximos de concentración de Arsénico en aguas por encima de otros países siendo estas 0.01mg/l, pero aun así hay zonas endémicas, como Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque que superan estos valores ampliamente.

Estándares de Calidad Ambiental - DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando establecido en el presente Decreto Supremo.

Que, en el artículo 3 menciona las categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para agua. Debiendo considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías.

- **Categoría 1:** Poblacional y recreacional.
- **Categoría 2:** Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales.
- **Categoría 3:** Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetro	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FISICOQUÍMICO				
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15

Categoría 1: poblacional y Recreacional

Tabla 8 Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

Tabla 9 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales

Parámetro	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino-costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras	Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FISICOQUÍMICO					
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

Tabla 10 **Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetro	Unidad de medida	D1 Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FISICOQUÍMICO				
Arsénico	mg/L	0,1		0,2

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General

¿El uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) permitirá la bioadsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio?

1.4.2 Problemas Específicos

¿Cuál es la dimensión óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio?

¿Cuál es la dosis óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio?

¿Cuáles son las condiciones de operación que influyen en la bioadsorción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es muy importante el estudio de los metales pesados, debido a su alta toxicidad, persistencia y acumulación rápida por los organismos vivos. El efecto tóxico de los metales pesados presenta problemas a largo plazo. CASTRO Pastor, Bismark. (2015).

Este tipo de comportamiento acerca de los metales pesados naturalmente en el subsuelo es muy frecuente en acuíferos con rocas sedimentarias muy variables, sedimentos fluvio-lacustres en los que por lo general el Arsénico se encuentra mezclado con minerales de hierro los cuales se encuentran de forma heterogénea y distribuida en diferentes capas de arcilla, limo y/o arena. ESCALERA, R. y ORMACHEA, M., (2017)

Como objetivo general este estudio, consta en realizar un tratamiento de esta agua contaminada naturalmente con Arsénico, pero, realizando un tratamiento, económico y sobre todo para que la población pueda realizarlo en sus hogares, utilizando la cáscara de plátano como insumo principal, mediante un tratamiento de estas cáscaras antes de su uso, en primer lugar dejándolas secar a temperatura ambiente, durante 15 días aproximadamente, para luego poderlas moler con un molino manual, y así poder agregar al agua contaminada con arsénico, en un volumen conocido y con cierto tiempo de agitación, puedan obtener un agua de tipo 3 para el riego de sus cultivos.

Esta investigación no solo desea brindar solución a un problema ambiental mediante el uso de un residuo orgánico (cáscara de plátano), sino también aplicando un método alternativo de tratamiento de agua subterránea.

La biodegradación de la piel de plátano tarda dos años, mientras que, si se tiene en cuenta la enorme cantidad de plátanos que se consume en el universo, recogerla y ser utilizada para la reducción del Arsénico, estas aguas contaminadas se reutilizarían para el riego de jardines. GAMARRA, F. (2014).

Las cáscaras de plátano, desecadas a temperatura ambiente y con un tamaño menor, al mezclarlas con agua contaminada la limpian de metales pesados, en

una proporción de 5mg por 100 de líquido, es capaz de purificar un 65%. Esto es posible porque las cáscaras de plátano tienen moléculas negativas y son atraídos con la carga positiva de los metales pesados. GAMARRA, F. (2014).

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis General

El uso biomasa seca (*cáscara de plátano*) permite la bioadsorción del arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio.

1.6.2 Hipótesis Específicos

La dimensión óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio es malla #10

La dosis óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio es 5g/0.5L

Las condiciones de operación que influyen en la bioadsorción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio, es pH, conductividad, tiempo, velocidad y potencial redox.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

Usar biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio.

1.7.2 Objetivos Específicos

Determinar la dimensión óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio.

Determinar la dosis óptima de la biomasa seca (*cáscara de plátano*) como bioadsorbente del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio.

Determinar las condiciones de operación que influyen en la bioadsorción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (*cáscara de plátano*) en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Tipo de estudio

Por la naturaleza de los datos, el tipo de estudio es **cuantitativo - continuo**, para ambas variables.

- Diseño de la investigación

Según Cook y Campbell (1979). El diseño de la investigación es de tipo **Preexperimental** por que se realizó una medición inicial de la variable dependiente (pretest) y otra mediación con la aplicación de la variable independiente después del tratamiento (post test).

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 11 Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></p> <p>Biomasa seca (cáscara de plátano) Bioadsorbente</p>	<p>La cáscara de plátano tiene la propiedad de adsorción. La cáscara molida tiene la capacidad de extraer iones de metales del agua y de los parámetros que intervienen en este proceso. La adsorción con cáscara de plátano en gran parte se debe a la lignina que son polímeros insolubles, porque presentan un elevado peso molecular, resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico). Su unión aleatoria de estos radicales da origen a una estructura tridimensional, polímero amorfo, muy característico de la lignina. GONZALES Jimenez, Alejandro Eder y GUERRA Moreno, Julio Cesar. (2016).</p>	<p>Para la obtención de una dimensión ideal de la cascará de plátano; primero se tiene que secar la cáscara del plátano a Temperatura ambiente, luego se cortan en pequeños trozos con la ayuda de una tijera, para después hacer pasar por un molino manual y finalmente pasar la cáscara de plátano por un tamiz, con diferentes mallas.</p>	<p>Características físicas de biomasa (cáscara de plátano).</p>	<p>- dimensión ideal (#malla)</p>	Razón
				<p>- dosis óptima (mg/L)</p>	Razón
<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <p>Arsénico en Agua subterránea</p>	<p>La concentración de Arsénico en pozos con profundidad mayor a 50 metros suele estar distribuidas heterogéneamente, incluso en zonas muy pequeñas tienen alta variabilidad. Este tipo de comportamiento es muy frecuente en acuíferos con rocas sedimentarias muy variables, sedimentos fluvio-lacustres en los que por lo general el Arsénico se encuentra mezclado con minerales de hierro los cuales se encuentran de forma heterogénea y distribuida en diferentes capas de arcilla, limo y/o arena. ESCALERA, R. y ORMACHEA, M., (2017)</p>	<p>Mediante el uso de la biomasa seca (cáscara de plátano), a diferentes dosis y dimensiones adsorbe el Arsénico presente en las aguas subterráneas.</p>	<p>Concentración del Arsénico.</p>	<p>- Concentración inicial mg/L</p> <p>- Concentración final mg/L</p>	Razón
			<p>Factores de operación</p>	<p>- pH</p> <p>- Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)</p> <p>- Potencial redox (mV)</p> <p>- Tiempo</p> <p>- Velocidad</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

Es un conjunto donde todos los individuos poseen al menos una característica en común. MOLINA, Elfer. (2012).

En la presente investigación la población fue el **reservorio** de agua almacenada para la distribución de la población Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque.

2.3.2 Muestra

Según la RAE (2017). Muestra significa una porción o parte extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

La muestra fue de 35 litros de agua de una **vivienda** cercana al reservorio, la cual parte del volumen fue utilizado para analizar los parámetros iniciales y lo demás para las pruebas de la investigación.

2.3.3 Muestreo

Para MOLINA, Elfer. (2012). El muestreo **no probabilístico** se encuentra en una categoría donde toda aquella muestra se escoge a partir de la opinión. Usualmente la persona que selecciona los elementos tiene experiencia en la materia dada.

Por lo tanto, para el muestreo de esta investigación se consideró el **protocolo Nacional para el monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)**. Aplicando el tipo de muestreo no probabilístico debido a que se utilizó el muestreo por conveniencia.

2.3.4 Criterio de selección

- En primer lugar, el la ubicación y acceso en los puntos de muestreo.
- También se tuvo en consideración el pH inicial de la muestra.
- Se tomó varias muestras, para luego usar una muestra representativa.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Tabla 12 Etapas de estudio

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
Obtención de muestras de agua	Autoridad Nacional del Agua (2017)	Mediante el uso del manual de metodología de muestreo de aguas, en primer lugar, se identificó el lugar de estudio, se ubicaron los lugares de muestreo, se tomó una muestra en cada punto y finalmente se tomó una “muestra representativa” de agua 25L aproximadamente de un punto de muestreo cercano al reservorio, para las pruebas correspondientes.	Ficha de recojo de muestras ANEXO N° 01	Muestra de agua subterránea
Caracterización de las muestras	Contaminación y Tratamiento de aguas - UCV LIMA NORTE	Dentro de la universidad César Vallejo Lima-Norte existen laboratorios donde el alumno tiene acceso a ello, en este caso, laboratorio de Contaminación y tratamiento de agua y dentro de sus equipos el multiparámetro, se hizo uso de dicho equipo para medición de parámetros; pH, conductividad y potencial redox. Y como primer paso, se	Ficha de caracterización de muestras ver ANEXO N° 02	Caracterización física del agua subterránea

		<p>calibraron los equipos, colocando en un recipiente la solución de buffers, que contengan una concentración conocida.</p> <p>Con la ayuda de la encargada de laboratorio, Como segundo paso se procedió a colocar cada electrodo en las muestras de agua y esperando unos minutos se observa los datos a tomar.</p>		
	Laboratorio de espectrofotometría, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalurgia - UNI	Análisis químico del agua	-	Resultado de la concentración del As en mg/L
Recolección de la cáscara de plátano	“Mercado mayorista de plátanos”	Para este caso, la recolección se obtuvo mediante la compra de plátanos en el “Mercado mayorista de plátanos”, para asegurarnos el manejo de las cáscaras de plátano, se compraron “plátanos orgánicos” en buen estado. Después de haber recolectado y pelado los plátanos, pasan a un tratamiento.	Método manual	
Tratamiento de la cáscara de plátano	GAMARRA (2014)	A continuación, obteniendo solo cáscaras de plátano y sin ningún lavado adicional, se pasa a secar las cáscaras a temperatura ambiente durante 15 días	Método manual	Biomasa seca (cáscara de plátano) en diferentes mallas

		aproximadamente. Así mismo después de tener las cáscaras secas, se pasó al corte de tamaño con una tijera, se trituró con un molino manual y finalmente fue tamizado, con diferentes mallas, obteniendo diferente dimensión de la cáscara de plátano.		
Reducción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>).	CASTRO (2015)	Adición de la cáscara de plátano considerando dosis, dimensión, tiempo de mezcla, velocidad, pH, conductividad y potencial redox.	Prueba de Jarras - Jar test	Reducción del Arsénico, con diferentes dosis y dimensiones de biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>)
Filtración de agua subterránea tratada con papel filtro	Contaminación y Tratamiento de aguas - UCV LIMA NORTE	Filtrar el agua subterránea que contiene cáscara de plátano y pasado las 12 horas de contacto, determinar los parámetros fisicoquímicos finales.	Filtro N° 39	Agua un poco turbia.
Análisis fisicoquímicos finales de Arsénico	Laboratorio de espectrofotometría - UNI	Análisis químico del agua	-	Resultado final de la concentración del As en mg/L

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Validez y confiabilidad de instrumentos

En el ANEXO N° 01 se encuentra el instrumento, siendo evaluados por expertos en el tema de investigación, cumpliendo con los requisitos de validación.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para procesar los datos antes y después del tratamiento se usó el programa Microsoft Excel, para la evaluación estadística y obtención de resultados se realizó mediante el software IBM SPSS V.23

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

El investigador se comprometió a cumplir y respetar cada requisito que pide su casa de estudios. Resaltando la veracidad de los datos, pruebas y análisis para esta investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Peso de cáscara individual

De acuerdo con los datos obtenidos mediante el uso de una balanza, el peso promedio de un plátano orgánico para este estudio, es de 85 g en estado húmedo y en estado seco a temperatura ambiente es de 9.75 g.

Tabla 13 Peso húmedo y seco de la cáscara de plátano

PESO DE CÁSCARA INDIVIDUAL EN (g)		
N. de Plátano	Peso húmedo (g)	Peso seco(g)
1	81	9
2	85	10
3	90	11
4	80	11
5	79	9
6	84	9.5
7	87	9
8	91	10
9	84	9
10	89	10
Promedio	85	9.75

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la *Tabla 13* que se evidencia de un claro decremento del peso de la cáscara de plátano después de haber sido expuesto al sol durante 15 días, promediando un peso de 85 g de peso húmedo 9,75 g de peso seco. Como se muestra en la siguiente ilustración:



Figura 2 cáscara húmeda, lado izquierdo y cáscara seca, lado derecho

3.2 Parámetros iniciales

Datos iniciales de la concentración de agua de reservorio, realizadas en el Laboratorio de espectrofotometría - Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalurgia - UNI

Tabla 14 Parámetro inicial de agua de Reservorio

As (mg/L)	
Muestra de agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope Lambayeque	0,1
Valor según el ECA, Para consumo humano.	0,01

Fuente: Elaboración propia

Datos iniciales realizados en el laboratorio de Contaminación y Tratamiento de aguas - UCV LIMA NORTE.

Tabla 15 Parámetros iniciales de agua de reservorio

Parámetros fisicoquímicos	Muestra de agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope Lambayeque
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	15.8
Potencial Redox (mV)	- 18
pH	7.4
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	19.5

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 14 y 15 se muestran parámetros iniciales del agua de reservorio, las cuales serán una de ellas, es decir la tabla 14 será comparada con el ECA (Estándar de Calidad Ambiental).

3.3 Pruebas con cáscara de plátano:

Inicialmente y como de uno del objetivo fue encontrar la dosis óptima de la biomasa seca (cáscara de plátano) para la bioadsorción del Arsénico en agua, se tuvo que hacer uso del equipo de Prueba de jarras, considerando 2,5, 5 y 7,5gramos de cáscara de plátano, para la bioadsorción, según los casos estudiados.

Tabla 16 Pruebas, con cáscara de plátano

Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) para la bioadsorción del Arsénico en agua subterránea																	
P r u e b a s	Parámetros antes del tratamiento										Sedimentación	concentración de Arsénico		Parámetros y volumen de agua recuperada después del tratamiento			
	# de Malla	Dosis (gr)	T °C	pH inicial	conductividad (µs/cm) inicial	Potencial rédox (mv) inicial	Agua subterránea (ml)	Tiempo de mezcla rápida 150 RPM (min)	Tiempo de mezcla lenta 30 RPM (min)	Tiempo de reposo (Horas)	Inicial (mg /L)	Final (mg/L)	Acuífero recuperado (ml)	conductividad (µs/cm) después de agitación Final	pH final después de agitación TABLET	potencial rédox (mV) final después de agitación TABLET	
1	M - 18	2.5	20.8	5.67	55	51.9	500	60	20	18	0.1	0.103	497	853	5.43	74.3	
	M - 18	2.5	20.8	5.67	55	51.9	500	60	20	18	0.1	0.093	497	874	5.49	74.6	
	M - 18	2.5	20.8	5.67	55	51.9	500	60	20	18	0.1	0.071	497	838	5.48	72.7	
2	M - 10	2.5	21.8	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.092	497	835	5.48	77.5	
	M - 10	2.5	21.8	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.066	497	830	5.51	75.3	
	M - 10	2.5	21.8	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.124	497	813	5.55	75.7	
3	M + 10	2.5	21.8	6.49	52	51.9	500	60	20	18	0.1	0.099	497	818	5.41	78.8	
	M + 10	2.5	21.8	6.49	52	51.9	500	60	20	18	0.1	0.1	497	803	5.4	81.8	
	M + 10	2.5	21.8	6.49	52	51.9	500	60	20	18	0.1	0.091	497	806	5.39	82.8	

4	M - 18	5	20.8	5.67	52.5	51.9	500	60	20	18	0.1	0.083	494	1507	5.46	75.3
	M - 18	5	20.8	5.67	52.5	51.9	500	60	20	18	0.1	0.081	494	1527	5.48	75.8
	M - 18	5	20.8	5.67	52.5	51.9	500	60	20	18	0.1	0.084	494	1485	5.51	75.2
5	M - 10	5	20.6	5.67	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.093	494	1645	5.74	78.7
	M - 10	5	20.6	5.67	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.099	494	1593	5.33	87
	M - 10	5	20.6	5.67	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.089	494	1558	5.3	88.1
6	M + 10	5	20.6	6.49	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.108	494	1538	5.22	87.8
	M + 10	5	20.6	6.49	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.097	494	1534	5.25	88.2
	M + 10	5	20.6	6.49	53.1	51.9	500	60	20	18	0.1	0.095	494	1463	5.35	83.4
7	M - 18	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.075	490	2312	5.35	84
	M - 18	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.093	490	2250	5.34	84.2
	M - 18	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.074	490	2262	5.31	88.1
8	M - 10	7.5	20.4	5.67	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.113	490	2280	5.2	89
	M - 10	7.5	20.4	5.67	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.085	490	2383	5.26	89.4
	M - 10	7.5	20.4	5.67	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.072	490	2217	5.31	86.1
9	M + 10	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.115	490	2344	5.6	64.9
	M + 10	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.099	490	2363	5.46	70.5
	M + 10	7.5	20.4	6.49	56	51.9	500	60	20	18	0.1	0.108	490	2255	5.43	77

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 16* se presentan las 9 pruebas de cáscara de plátano, considerando las dosis de 2,5, 5 y 7,5 y las mallas de -18, -10 y +10, en las que se realizó 3 veces la prueba de jarras para cada dosis y malla, con un tiempo de mezcla rápida de 150 RPM, mezcla lenta 30 RPM, un tiempo de residencia de 18 horas a una temperatura de 22°C.

3.4 Prueba de jarras con cáscara de plátano

Promedio de las 27 muestras

Tabla 17 Prueba de jarras con dosis de cáscara de plátano

mallas	Dosis (g)	concentración inicial (mg/l)	concentración final (mg/l)
M - 18	2.5	0.1	0.0890
M - 10	2.5	0.1	0.0940
M + 10	2.5	0.1	0.0967
M - 18	5	0.1	0.0827
M - 10	5	0.1	0.0937
M + 10	5	0.1	0.1000
M - 18	7.5	0.1	0.0807
M - 10	7.5	0.1	0.0900
M + 10	7.5	0.1	0.1073

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 17* se muestra el promedio de las 27 pruebas con dosis de cáscara de plátano de 2,5, 5 y 7,5 gramos, usando mallas distintas M-18, M-10 y M+10 para cada prueba.

3.5 Resultados de agua tratada con cáscara de plátano

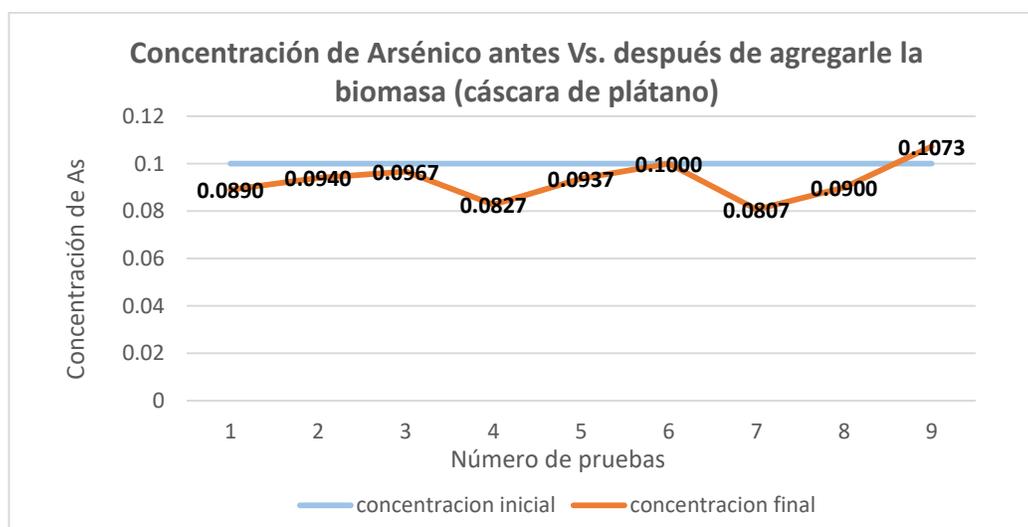


Figura 3 prueba de jarras con dosis de cáscara de plátano

Se puede observar que de las 9 pruebas solo la muestra 1, 4 y 7 tiene mayor bioadsorción de Arsénico en agua subterránea, descartando o poniendo en segundo plano a las demás muestras.

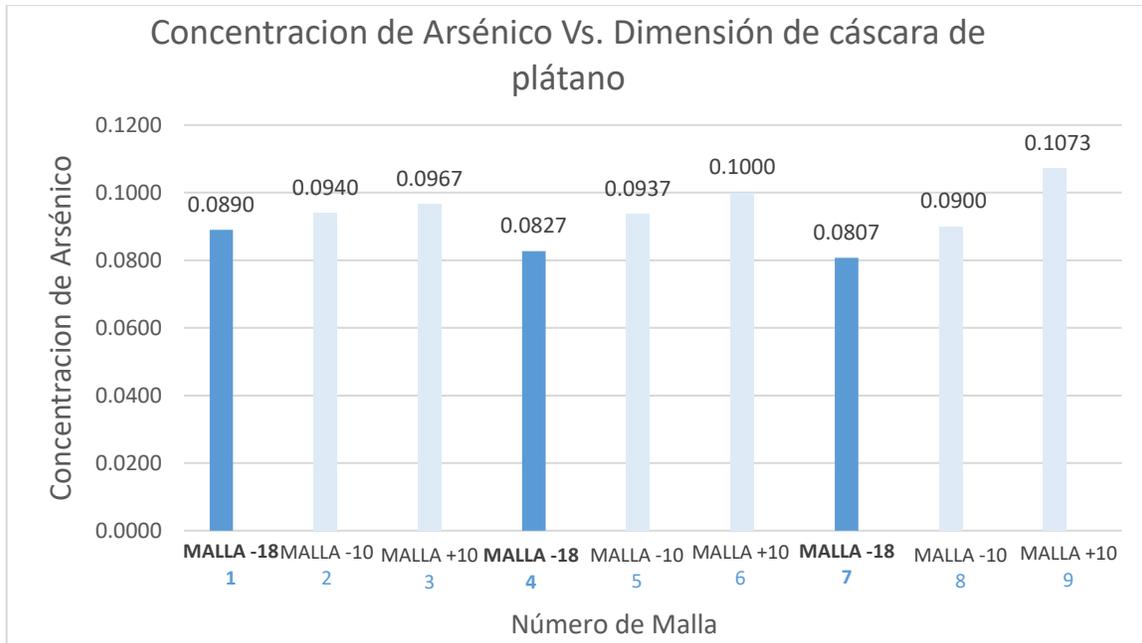


Figura 4 Concentración de Arsénico Vs. Dimensión de cáscara de plátano

En esta imagen se observa que el tamaño de partícula o dimensión de la biomasa seca (cáscara de plátano) para la bioadsorción del Arsénico es la M -18 obteniendo resultados óptimos para las pruebas 1, 4 y 7 en la Bioadsorción de Arsénico.

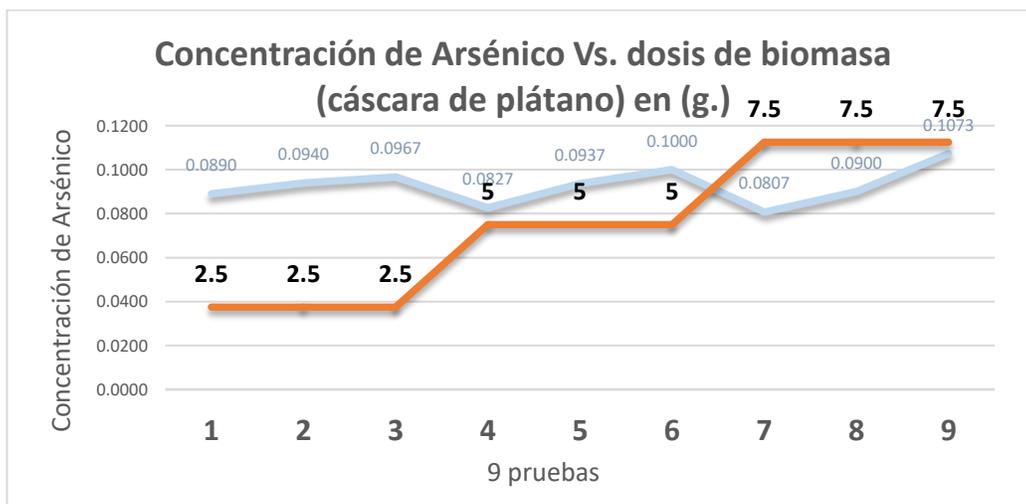


Figura 5 Concentración de Arsénico Vs. dosis de biomasa seca (cáscara de plátano)

En el gráfico se puede observar que la óptima dosis es para las pruebas 4 y 5 que contienen 5 g de cáscara de plátano, ya que a medida que aumenta la dosis de cáscara de plátano, la concentración de Arsénico va alterando. Con respecto al peso de 5 g.

Tabla 18 Pruebas inicial y final de las 3 muestras

promedio de las 3 muestras											
malla	Dosis (g)	Concentración (ml)		pH		Conductividad (mS/cm)		Potencial redox (mV)		Agua (ml)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	RECUPERADA
M- 18	2.5	0.1	0.0890	5.67	5.47	55	855	51.9	73.9	500	497
M- 18	5	0.1	0.0827	5.67	5.48	52.5	1506	51.9	75.4	500	494
M- 18	7.5	0.1	0.0807	6.49	5.33	56	2275	51.9	85.4	500	490

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 18*, se observa las pruebas iniciales y pruebas después de agregarle la biomasa seca (cáscara de plátano), donde se observa que la malla -18 es la que tiene mejor bioadsorción de Arsénico, y que la dosis óptima es de 5g, porque con respecto a sus demás parámetros de pH, conductividad y potencial redox, se encuentran dentro de un rango ideal.

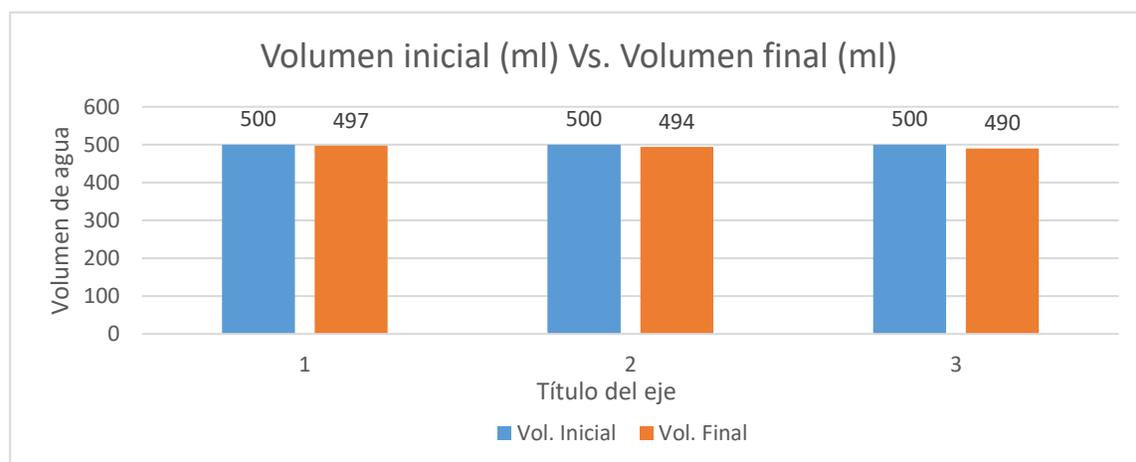


Figura 6 Volumen inicial y final de las 3 primeras muestras

Para el caso de volumen de agua que se observa en la figura no existe una pérdida de agua significativa con respecto a las muestras 1 y 2, según el experimento esto es debido, a la dosis de la biomasa seca (cáscara de plátano), ya que para la prueba 3 la dosis usada es de 7,5 gramos y malla -18.

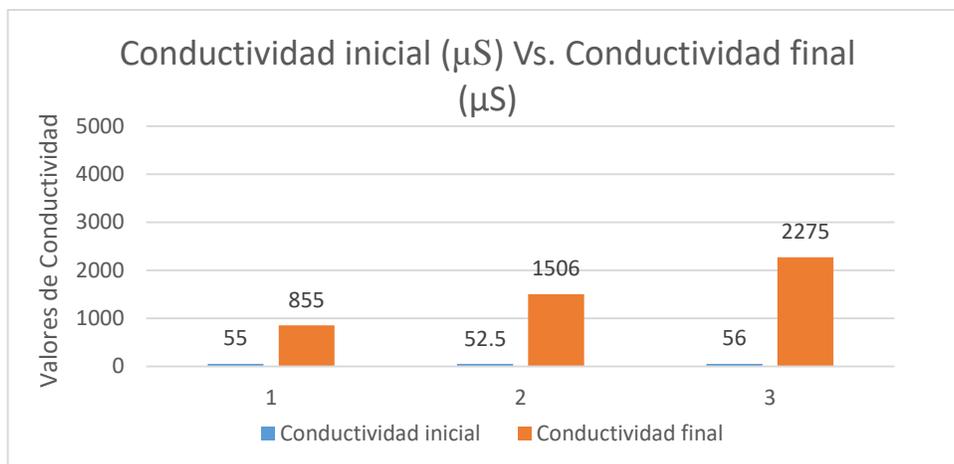


Figura 7 Conductividad de las pruebas inicial y final

En esta figura se puede observar que la conductividad si se ve influenciada al agregar diferentes dosis de biomasa seca (cáscara de plátano), debido a la concentración de sales de 2,5, 5 y 7,5 g para las pruebas 1,2 y 3 respectivamente. Donde el valor optimo es para la prueba 2, por encontrarse dentro de un rango según la OMS.

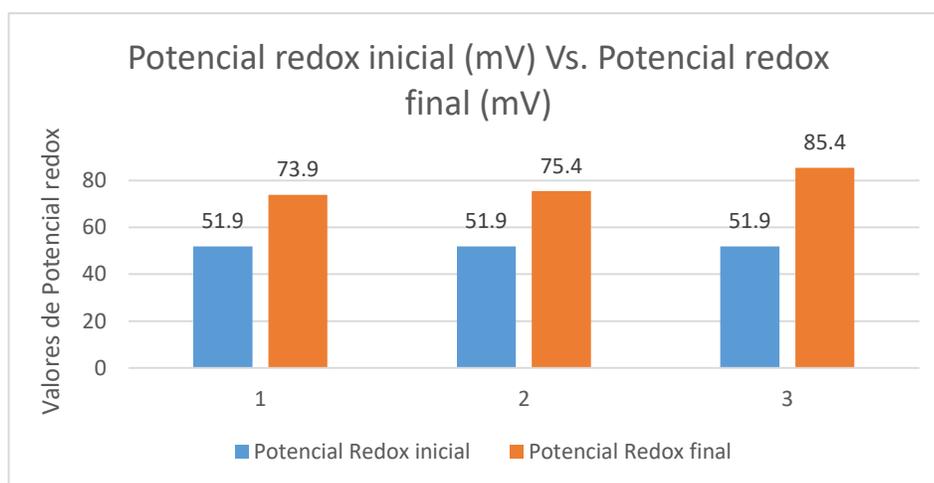


Figura 8 Potencial redox para las 3 pruebas inicial y final

Evidentemente se puede observar en la figura 8 que el potencial redox se ve influenciado al haber agregado biomasa seca (cáscara de plátano) y que a mayor dosis existe mayor aumento de potencial redox, químicamente, esto se debe a que existe una oxidación durante el tratamiento.

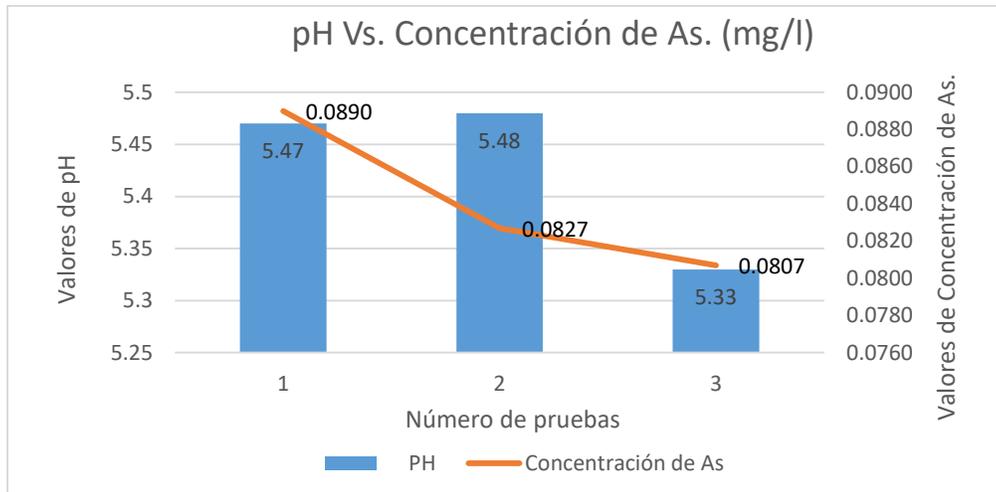


Figura 9 Influencia del pH con la Concentración de Arsénico en agua

En la figura se observa claramente que el pH del agua subterránea disminuye, al contener una dosis mayor, mayor dimensión de biomasa seca (cáscara de plátano), resaltando la prueba 2 que considerablemente el valor de pH está alcanzando una estabilización dentro de los parámetros de pH.

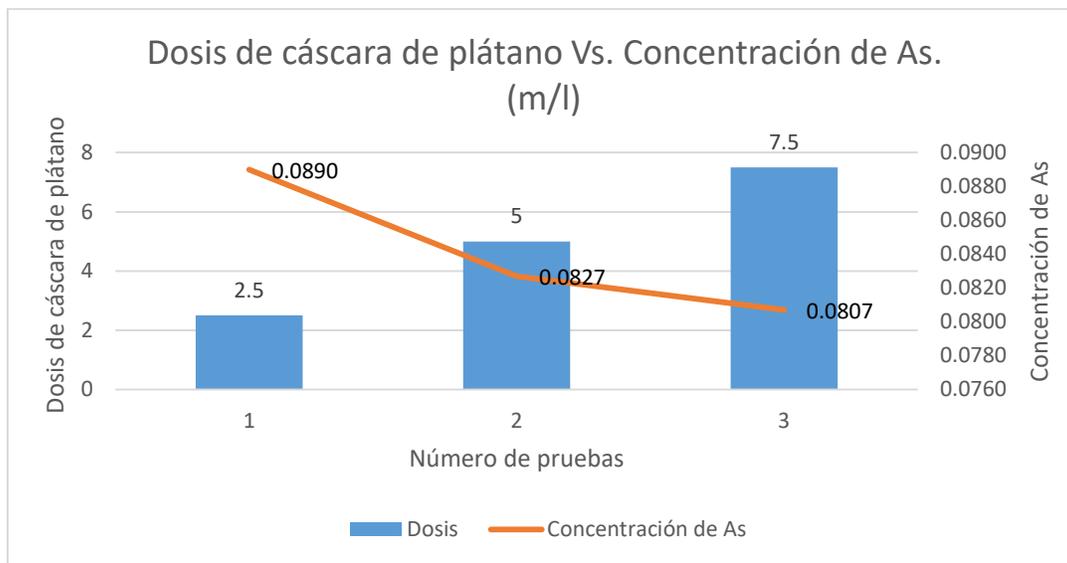


Figura 10 Influencia de la dosis de biomasa seca (cáscara de plátano) con la Concentración de As

En la figura 10 se observa una notable reducción de Concentración de As al agregar mayor dosis de biomasa seca (cáscara de plátano). Rescatando la prueba 2 por los parámetros anteriores que lo respaldan.

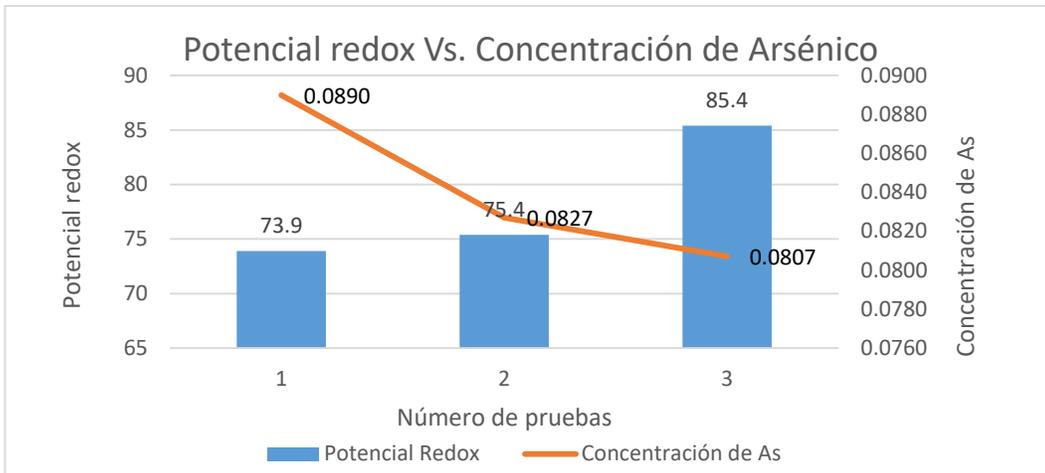


Figura 11 Influencia del Potencial redox y la Concentración de As.

Para este caso la concentración de Arsénico de las pruebas de agua subterránea y el potencial redox que se muestra en la figura 11, en la que predomina la prueba 2, se observa que la dosis de 5g, en malla -18 es óptima por evidenciar un potencial redox positivo.

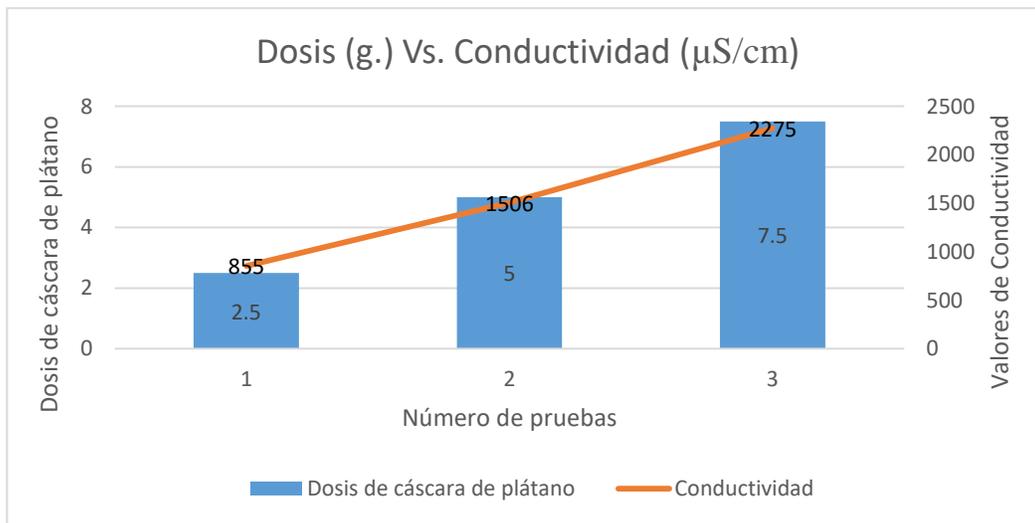


Figura 12 Influencia de la dosis de cáscara de plátano con la conductividad

Los valores que se encuentran en la figura 12, muestran claramente que a medida que se le agrega la dosis de 2,5, 5 y 7,5 g de biomasa seca (cáscara de plátano) a una malla -18 es notorio el aumento de conductividad. Eliminando las pruebas 1 y sobre todo la prueba 3 con dosis de 2,5 y 7,5 respectivamente. Por superar el valor de conductividad.

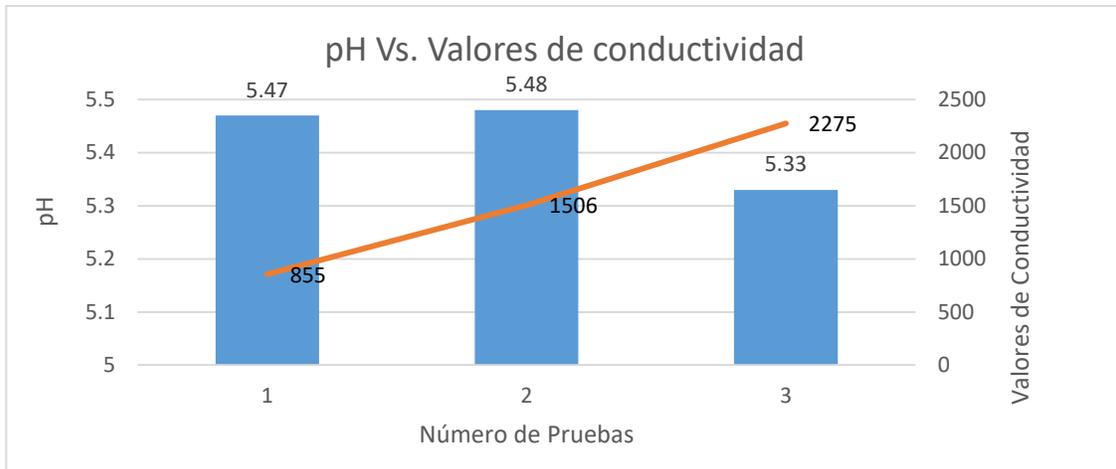


Figura 13 Influencia del pH con la conductividad del agua subterránea

Para esta figura 13 se observa el valor la conductividad con respecto al pH, y corroborando los resultados anteriores, que la prueba 2 está cumpliendo con ciertos requisitos, donde los posiciona en el mejor tratamiento, tanto por dosis, dimensión de partícula de biomasa seca (cáscara de plátano), pH y conductividad.

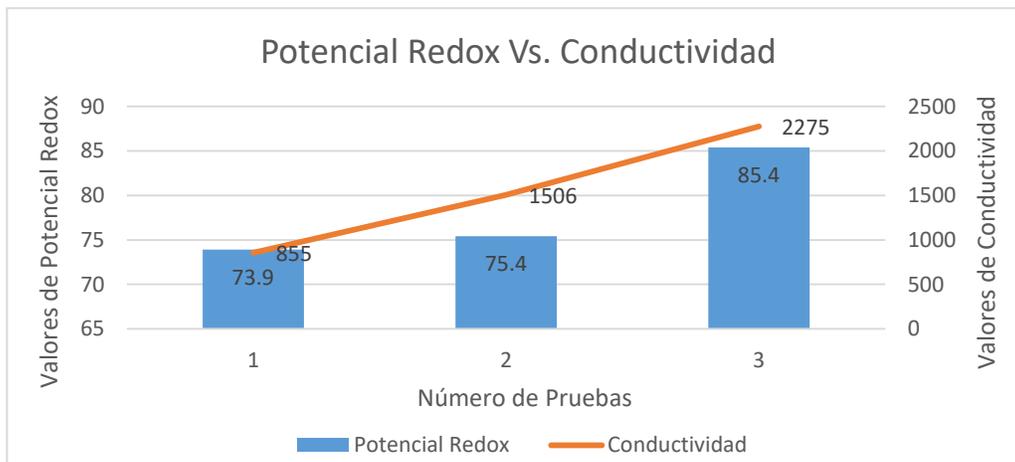


Figura 14 Influencia del potencial redox y a conductividad del agua subterránea

En la figura 14 se observa evidentemente un aumento de conductividad y así mismo un elevado valor de potencial redox, al agregar mayor dosis de biomasa seca (cáscara de plátano), pero nuevamente sobresaliendo la prueba 2 por seguir cumpliendo con estándares para el tipo 3 de agua para riego.

Comprobación de hipótesis

La comprobación de hipótesis se hizo con la prueba T la cual se utiliza en variables independientes, para este caso se comprobó que existe bioadsorción de Arsénico en agua mediante que el uso de biomasa seca (cáscara de plátano), alcanzando valores de aceptación por el Estándar de Calidad Ambiental de tipo 3.

Se utilizaron 27 datos obtenido de los 9 niveles de experimentación en el proceso de bioadsorción de Arsénico en agua mediante el uso de biomasa seca (cáscara de plátano).

Se analizaron el contraste de criterio de confiabilidad de (0,95) y el análisis de nivel de significancia (0,05).

Contrastando la hipótesis general se determina que hay una diferencia entre la media inicial y final, ya que el sig. Bilateral es mayor a 0,05.

Hipótesis nula (H_0): “El uso biomasa seca (*cáscara de plátano*) permite la bioadsorción del arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio”.

Hipótesis alterna (H_1): “El uso biomasa seca (*cáscara de plátano*) no permite la bioadsorción del arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio”.

Por lo tanto se concluye que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 19 Prueba de hipótesis para el 1er tratamiento

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Inicial - final	,007022	,017186	,005729	-,006188	,020232	1,226	9	,255

Tabla 20 Prueba de hipótesis para el 2do tratamiento

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedi o	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Inicial - final	,008133	,008777	,002926	,001387	,014880	2,780	9	,324

Tabla 21 Prueba de hipótesis para el 3er tratamiento

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Inicial - final	,007577 7777777 78	,017074233 348659	,00569141 1116220	- ,005546639791 343	,02070219 5346898	1,33 1	9	,220

Prueba de normalidad

Para la realización de la prueba de normalidad, se fijara un nivel de significancia del 5% (0,05).

Hiupotesis nula (Ho): Los datos se distribuyen normal.

Hipotesis alterna (H1): Los datos no se distribuyen normal.

Tabla 22 Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
trat 1	,226	9	,200*	,933	9	,514
trat 2	,156	9	,200*	,955	9	,742
trat 3	,183	9	,200*	,900	9	,252
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

En la tabla 22, se encuentra el procesamiento estadístico IBM SPSS, indicando que existe una distribución normal entre los valores, ya que la significancia es mayor a 0,05

IV. DISCUSIÓN

En el estudio de GONZALES Jimenez, y GUERRA Moreno (2016). Trabajaron con el parámetro de **temperatura** a 80°C, lo que para este estudio no se hizo uso de ninguna energía externa, sólo con temperatura ambiente.

GAMARRA Sonco (2014). Menciona que las sales solubles que contiene la biomasa seca (cáscara de plátano) estabilizan el **pH** del agua durante el tratamiento, en este estudio dentro de los resultados el valor de 0.0827 mg/L de Arsénico se encuentra en un pH de 5.48, en la cual se evidencia un pH ligeramente ácido y que se encuentra en un rango óptimo para dicho tratamiento.

Con respecto al tamaño de partícula GARCÉS Jaraba, y COAVAS Romero (2012). En su estudio realizado concluyeron que, al disminuir el **tamaño de partícula** de la biomasa, la capacidad de adsorción aumenta obteniendo los mejores porcentajes de adsorción, para el caso del Cromo (VI). Lo cual se puede corroborar con el tratamiento realizado en este estudio, ya que se utilizó la malla -18, por ser la malla más pequeña en este estudio.

V. CONCLUSIÓN

En este estudio el uso biomasa seca (cáscara de plátano) fue uno de los insumos importantes, ya que se pudo lograr el objetivo de descontaminar el agua. Logrando la bioadsorción de Arsénico con biomasa seca (cáscara de plátano) de 0.1mg/L a 0.0827 mg/L.

Y dentro de los parámetros de dosis de la biomasa seca (cáscara de plátano), se concluye de la dosis óptima y tamaño de partícula fue de 5mg/0.5L y con un número de malla -18 respectivamente.

Se concluye que la bioadsorción de agua contaminada con As mediante el uso de la biomasa seca (cáscara de plátano) es eficiente, cumpliendo parámetros que ciertamente están relacionados en el proceso de bioadsorción como es la conductividad, potencial redox, dosis y tamaño de partícula.

Este estudio permite obtener un agua que cumple con la normativa vigente de categoría 3 que es para uso de riego.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un análisis fisicoquímico de la cáscara de plátano.
- ✓ Asegurarse el tiempo de agitación, al momento del tratamiento y ver su importancia.
- ✓ Investigar el tiempo de contacto exacto.

VII. REFERENCIAS

ALVARADO Chavez, Ana M y GOMEZ Diaz, Denise E. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de *Musa sapientum* (banano) utilizadas para filtro. Tesis (Licenciatura en Química y Farmacia) Centro América: Universidad de el Salvador, 2013

Arsenic removal from groundwater: technological design for rural áreas. Por Edgardo, L, Soto [et al]. Asociación de Universidades Grupo Montevideo 22 de febrero del 2013

ISSN: 1852-2181

BOCANEGRA, Olga, BOCANEGRA, Emilia, M. y ALVAREZ, Amilcar. Aguas subterráneas: su impacto en la salud, Argentina: Centro de geología de costas y del Cuaternario. 2012

ISBN: 987-544-063-9

CASTRO Pastor, Bismark. Uso de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) Maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, Plomo y Cromo en aguas contaminadas. Tesis (Maestría) Ecuador: Universidad de Guayaquil, Maestría en impactos ambientales. 2015

CONDE, Cruz, et al. Cáscara de plátano como adsorbente de metales pesados 3er Congreso Nacional de investigación en Cambio Climático por México: Universidad Tecnológica de Puebla. 2014.

Development of sorbent materials for removing heavy metals from mining por Vera, L. [et al]. Ecuador: Centro de Estudios Ambientales, Universidad de cuenca, Campus Quinta Balzay. 6 de marzo del 2015.

Driss, A. S. julio del 2010 Aprovechamiento de hueso de aceituna, biosorción de iones metálicos (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

ESCALERA, Ramiro y ORMACHEA, Mauricio. Hidroquímica de la presencia natural de arsénico en agua subterránea de áreas suburbanas de Cochabamba Bolivia y evaluación de la viabilidad técnica de procesos de remoción. 2017

GAMARRA Sonco, Fernando. Evaluación del uso de cáscara de banano (*Musa paradisiaca sp.*) para la descontaminación del agua con metales pesados de la cuenca de Milluni - La Paz. Tesis (Grado) Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, facultad de ingeniería agronómica. 2014

GARCÉS Jaraba, Luz Ercilla y COAVAS Romero, Susana Cecilia. Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*Citrus sinencis*) Modificada con Quitosano para la remoción de Cromo (VI) en aguas residuales. Tesis (Grado). Universidad de Cartagena, Facultad de ingenierías. 2012

GONZALES Jimenez, Alejandro Eder y GUERRA Moreno, Julio Cesar. Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratoios de análisis químico. Tesis (Grado). Peru: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Academico Profesional de ingenieria metalurgica. 2016.

IMPACT of arsenic on the enviroment and its microbial transformation por Edelweiss A. Rangel Montoya [et al]. México: Universidad Autónoma de Coahuila.

LILLO, Javier. Peligros Geoquímicos: Arsénico de origen natural en las aguas disponible en:

MOLINA, Elfer. Métodos Estadísticos. Universidad César Vallejo, Perú. 2012. 15 pp.
ISBN: 978-9972-2566-8-4

Ministerio del Ambiente 2017. Estándares de Calidad Ambiental. LIMA: s.n.

Organización Mundial de la Sald. 2016 Arsénico.

ORIGEN y dinámica del Arsénico en el agua subterránea del Departamento de Robles - Provincia de SGO. Del Estero por Humberto Herrera [et al]. Universidad Nacional de Santiago del Estero

QUIÑONES, Édgar, TEJADA, Candelaria y RUIZ, Víctor. Remediación de aguas contaminadas con cromo utilizando diferentes biomateriales residuales, Colombia: Universidad de Cartagena. 2014

RIOS Elizalde, Paola Elizabeth. Cinética de bioadsorción de Arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo. Tesis (Grado) Ecuador: Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica Ciencias Químicas y de la Salud. 2014.

ROMERO, Hugo, AYALA, Humberto y LAPO, Bryon. Efecto de tres pretratamientos de cáscara de banano para la obtención de jarabe glucosado mediante hidrólisis enzimática, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. 20 de abril del 2015

TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Ángel y GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Tecnológicas, vol. 18, no. 34, pp. 109-123, 2015.

ISSN: 0123-7799

TRELLES Bautista, Jesus A. Biosorción de Arsénico en medio acuoso empleando biomasa vegetal inerte. Tesis (Maestría) Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental. 2013

VERA Samaniego, Karina Lizeth. Remoción del arsénico en agua residual de proceso mediante el método de bioadsorción. Tesis (Grado) México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Biología. Diciembre 2014.

ISA Ingeniería y Servicios Ambientales (septiembre del 2011) Navarro, N. Recuperado de: <https://www.isa.ec/index.php/va-viene/entry/prueba-de-jarras>

ANEXOS

ANEXO Nº 01 Registro de datos de campo. FICHA DE CAMPO

DATOS DE UBICACIÓN

Departamento:	
Provincia:	
Nombre del lugar:	

LUGAR DEL PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:	
TEMPERATURA:	
DESCRIPCION PARA LLEGAR:	
ALTITUD:	
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA:	

DATO DE LA TOMA DE MUESTRA:

CODIGO DE LA MUESTRA:	
FECHA:	
HORA:	
CANTIDAD DE MUESTRA:	
OBTENCION DE LA MUESTRA:	
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:	
COLOR:	
OLOR:	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO Nº 02: Ficha de caracterización de muestras y recolección de datos, para pruebas.

Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) para la bioadsorción del Arsénico en agua subterránea																
Pruebas	Parámetros antes del tratamiento								Sedimentación	concentración de Arsénico		Parámetros y volumen de agua recuperada después del tratamiento				
	# de Malla	Dosis (gr)	T °C	pH inicial	conductividad (µs/cm) inicial	Potencial redox (mv) inicial	Agua subterránea (ml)	Tiempo de mezcla rápida 150 RPM (min)	Tiempo de mezcla lenta 30 RPM (min)	Tiempo de reposo (Horas)	Inicial (mg/L)	Final (mg/L)	Acuífero recuperado (ml)	conductividad (µs/cm) después de agitación Final	pH final después de agitación TABLET	potencial redox (mV) final después de agitación TABLET
1	M - 18	2.5														
	M - 18	2.5														
	M - 18	2.5														
2	M - 10	2.5														
	M - 10	2.5														
	M - 10	2.5														
3	M + 10	2.5														
	M + 10	2.5														
	M + 10	2.5														
4	M - 18	5														
	M - 18	5														
	M - 18	5														
5	M - 10	5														
	M - 10	5														
	M - 10	5														
6	M + 10	5														
	M + 10	5														
	M + 10	5														
7	M - 18	7.5														
	M - 18	7.5														
	M - 18	7.5														
8	M - 10	7.5														
	M - 10	7.5														
	M - 10	7.5														
9	M + 10	7.5														
	M + 10	7.5														
	M + 10	7.5														

promedio de las 3 muestras

malla	Dosis (g)	Concentración (ml)		pH		Conductividad (mS/cm)		Potencial redox (mV)		Agua (ml)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	RECUPERADA
M - 18	2.5										
M - 18	5										
M - 18	7.5										

ANEXO N° 03: Matriz de Consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
Uso biomasa seca (cáscara de plátano) permite la adsorción del arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque,				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿El uso de biomasa seca (cáscara de plátano) permitirá la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Usar biomasa seca (cáscara de plátano) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: El uso biomasa seca (cáscara de plátano) permite la adsorción del arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio.</p>	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u> Biomasa seca (cáscara de plátano) Bioadsorbente</p> <p><u>Indicadores:</u> - dimensión ideal (#malla) - dosis óptima (mg/L)</p>	<p>Enfoque: cuantitativo Diseño: Experimental Población: Total de reservorio de agua, extraído subterráneamente, ubicado en Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque. Muestra: la muestra fue de 35 litros para las pruebas antes y después del uso de biomasa seca (cáscara de plátano).</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS: ¿Cuál es el tamaño óptimo de la biomasa seca (cáscara de plátano) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: Determinar el tamaño óptimo de la biomasa seca (cáscara de plátano) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICOS: El tamaño óptimo de la biomasa seca (cáscara de plátano) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a</p>	<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u> Arsénico en Agua subterránea</p> <p><u>Indicadores:</u> - Concentración inicial mg/L - Concentración final</p>	<p>Técnica de muestreo: Para el muestreo de esta investigación se consideró el protocolo Nacional para el monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Instrumentos: Se utilizó la ficha de registro de</p>

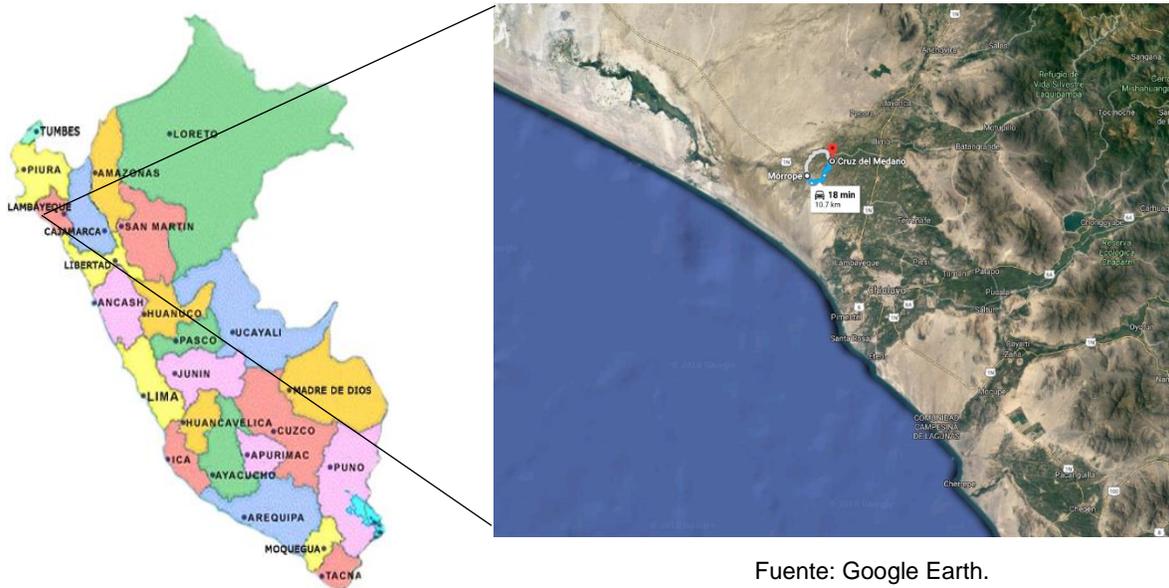
<p>Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio?</p> <p>¿Cuál es la dosis óptima de la biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones de operación que influyen en la reducción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) en acuífero Cruz del Médano, Lambayeque a nivel laboratorio?</p>	<p>Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio.</p> <p>Determinar la dosis óptima de la biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio.</p> <p>Evaluar las condiciones de operación que influyen en la reducción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) en acuífero Cruz del Médano, Lambayeque a nivel laboratorio.</p>	<p>nivel laboratorio es malla #10.</p> <p>La dosis óptima de la biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) para la adsorción del Arsénico en agua subterránea Cruz del Médano, Lambayeque, a nivel laboratorio es 5g/0.5L</p> <p>Las condiciones de operación que influyen en la reducción del Arsénico mediante el uso de biomasa seca (<i>cáscara de plátano</i>) en acuífero Cruz del Médano, Lambayeque a nivel laboratorio, es pH, conductividad, tiempo, velocidad y potencial redox.</p>	<p>mg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH - Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) - Potencial redox (mV) - Tiempo - Velocidad 	<p>datos, también se utilizó, Ficha de caracterización de muestras y recolección de datos, para pruebas.</p> <p>Técnica de procesamiento de datos: Para procesar los datos antes y después del tratamiento se usó el programa Microsoft Excel, para la evaluación estadística y obtención de resultados se realizó mediante el software IBM SPSS V.23</p>
--	--	---	--	--

ANEXO N° 04: Materiales, instrumentos y equipos utilizados para las pruebas en laboratorio.

Materiales usados en campo
Hoja de campo
Guantes de latex
Balde de plástico de 20 L
Envases de plástico de 500 ml
Etiquetas
Marcador / Lapicero
Bolsas zíploc
Papel higiénico
Piceta
Cámara

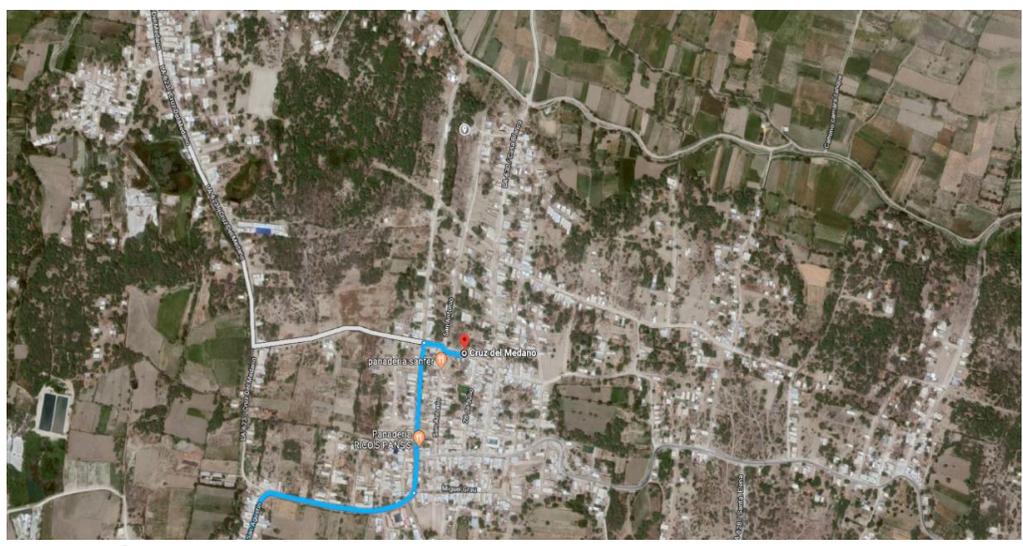
Materiales	Equipos	Insumos
Hoja de recolección de datos	Jart test	Biomasa seca (cáscara de plátano)
Guantes de látex	Equipo de Absorción Atómica	Agua destilada
Baldes de plástico de 20 L		Papel filtro
Piceta		
Etiquetas		
Marcador / Lapicero		
Agua destilada		
Papel filtro		
Papel higiénico		
Cámara		
Embudos de vidrio		
Vasos de precipitado 1000ml		
Soporte universal		

Anexo N° 05: Ubicación del centro de estudio (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)



Fuente: Google

Fuente: Google Earth.



Fuente: Google Earth.

Figura 15 Ubicación del lugar de estudio

Anexo N° 06: Imágenes de la toma de muestra en el lugar de estudio.



Figura 16 Reservorio para abastecimiento de la población (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)



Figura 17 toma de muestra en Reservorio (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)



Figura 18 toma de muestra en lagunas (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)



Figura 19 toma de muestra en agua y suelo en (Cruz de Médano, Mórrope, Lambayeque)

Anexo N°07: Imágenes de la recolección de la cáscara de plátano



Figura 20 Mercado mayorista de plátanos lugar de recolección de cáscara de plátano



Figura 21 Secado de la cáscara de plátano a temperatura ambiente

Anexo N° 08: Materiales, equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio



Figura 22 Balanza analítica



Figura 23 Embudo, soporte universal, botellas de polietileno, papel filtro y vasos de precipitados



Figura 24 Equipo de prueba de jarras (jart test)



Figura 25 Multiparámetros para medida de pH, Temperatura, conductividad y potencial redox

Anexo Nº 09: etapas del proceso de la cáscara de plátano



Figura 27 Peso de la cáscara de plátano seca



Figura 26 Triturado de la cáscara de plátano seca



Figura 28 Tamizado de la cáscara de plátano seca.



Figura 29 Cáscara de plátano seca, en malla #+10, #-10 y #-18

Anexo N° 10: Etapas del tratamiento de agua subterránea con cáscara de plátano.

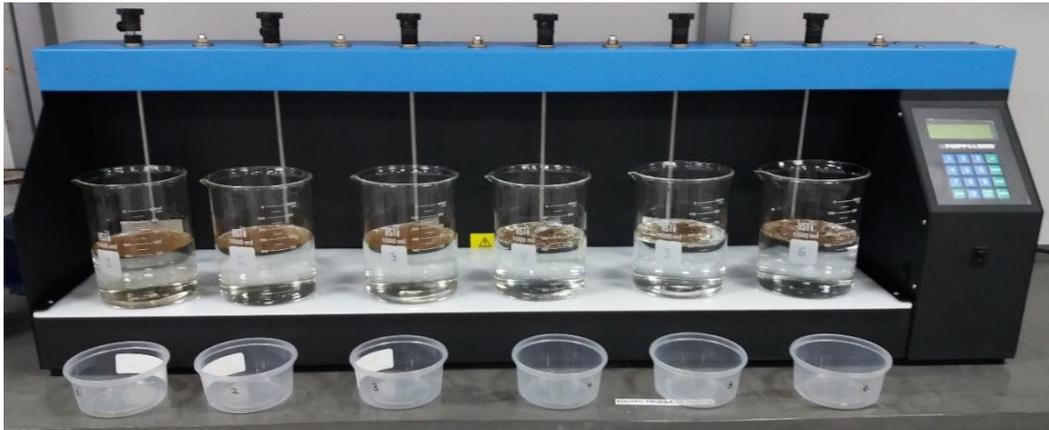


Figura 32 Antes de agregar la biomasa seca (cáscara de plátano)

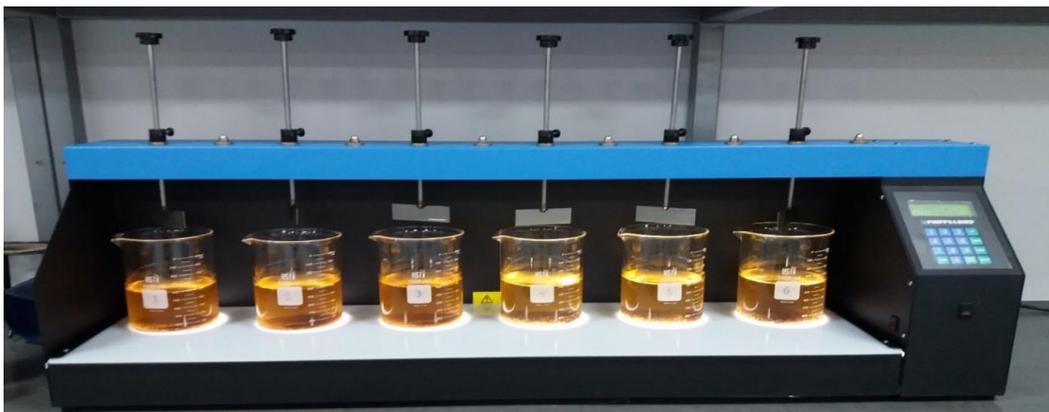


Figura 30 Muestras de agua subterránea + biomasa seca (cáscara de plátano)

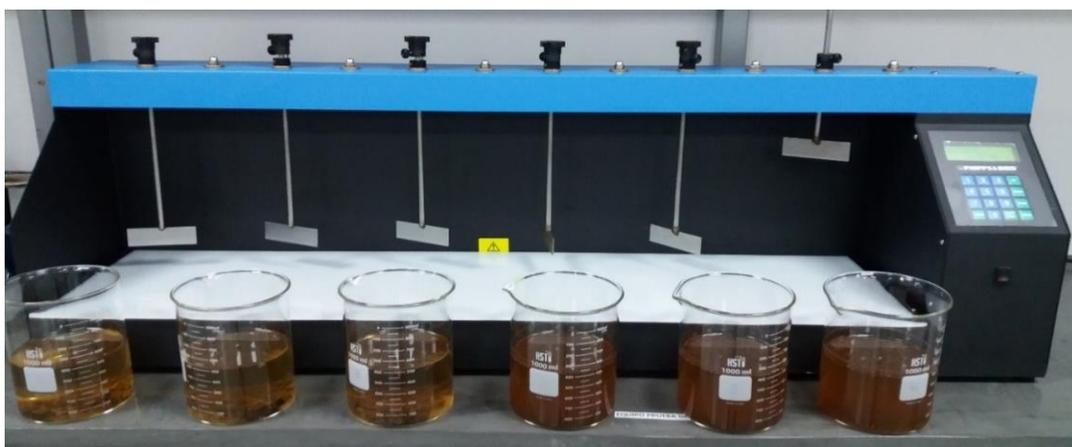


Figura 31 Muestras de agua subterránea + biomasa seca (cáscara de plátano), después de agitación



Figura 33 Filtrando la cascara de plátano, después de un tiempo de sedimentación



Figura 34 Listos para determinación de la concentración de Arsénico

Anexo N° 11: Validación de Instrumentos


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1 Apellidos y nombres: TUIRO SALVADOR, MARIO CAMON

1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE ASOC. TC UNE - FIC 11

1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE TOMA DE MUESTRAS

1.4 Autor (a) de instrumento: SUSAN CENCINO MERCADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

Lima, 16 de Noviembre Del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 07090313 Telf.: 985834477

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- 1.1 Apellidos y nombres: MENDOZA APOLAYA ATILIO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: JEFE DEL IMMA - FIGMM - UNI
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE CAMPO
- 1.4 Autor (a) de instrumento: SUSAN CECILIA MERCADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SÍ

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

Lima, 24 DE NOVIEMBRE Del 201



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI:..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1 Apellidos y nombres: MENDOZA APOCLAYA ATILIO
 1.2 Cargo e institución donde labora: JEFE DEL IMMA - FIEEM-UNI
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE CAMPO
 1.4 Autor (a) de instrumento: SUSAN CECENCHO MERCADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

 Lima, 24 DE NOVIEMBRE Del 201


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI:..... Telf:.....

ANEXO N° 12: Resultados iniciales de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE ARSÉNICO EN SIETE MUESTRAS DE SUELO Y SIETE MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : SUSAN CCENCHO MERCADO
Procedencia de muestras : Lambayeque
Recepción de muestra : 22 de mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Muestras	As (mg/kg)
Punto 1-Costado caño	8
Punto 2-Laguna 1	12
Punto 3-Laguna 2	14
Punto 4-Laguna 3	75
Punto 5-Cultivo	13
Punto 6-Costado del reservorio	5
Punto 7-Costado del pozo de reservorio	1

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA

Muestras	As (mg/L)
1 - Reservorio	0.10
2 - Caño	0.033
3 - Laguna 1	0.038
4 - Laguna 2	0.055
5 - Laguna 3	0.054
6 - Río	0.038
7- Caño	0.053

Lima, 04 de junio del 2018



MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
Central Telefónica: 4811070-Anexo: 4245/Teléf.: (511) 4824427
Email: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 13: Resultados finales de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE ARSÉNICO EN 28 MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : SUSAN CCENCHO MERCADO

Recepción de muestra : 11 de julio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE UNA MUESTRA

N°	As (m/L)	N°	As (m/L)
PATRON	0.1	15	0.1
2	0.103	16	0.103
3	0.093	17	0.093
4	0.071	18	0.071
5	0.092	19	0.092
6	0.066	20	0.066
7	0.124	21	0.124
8	0.099	22	0.099
9	0.1	23	0.1
10	0.091	24	0.091
11	0.083	25	0.083
12	0.081	26	0.081
13	0.084	27	0.084
14	0.093	28	0.093

Lima, 30 de julio del 2018



MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
Central Telefónica: 4811070-Anexo: 4245/Teléf.: (511) 4824427
Email: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 14: Estándares de Calidad ambiental categoría 1

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,280	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*) El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Clauros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detegentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fosfos	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1000		1000
Temperatura	°C	Δ3		Δ3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobalto	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045	
------------------------------	------	------	-------	--

PLAGUICIDAS

Paralón	µg/L	35	35	
---------	------	----	----	--

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004	0,7	
Clordano	µg/L	0,006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	µg/L	0,001	30	
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5	
Endosulfen	µg/L	0,01	0,01	
Endrin	µg/L	0,004	0,2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03	
Lindano	µg/L	4	4	

Carbamato

Aldicarb	µg/L	1	11	
----------	------	---	----	--

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevol.	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multi-anual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

ANEXO N° 15: Estándares de Calidad ambiental categoría 3

 EIPeruwano / Miércoles 7 de junio de 2017		NORMAS LEGALES	13
recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.		JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN Ministro de Agricultura y Riego	
DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA		ELSA GALARZA CONTRERAS Ministra del Ambiente	
Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.		GONZALO TAMAYO FLORES Ministro de Energía y Minas	
Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.		PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN Ministro de la Producción	
PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD Presidente de la República		PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA Ministra de Salud	
		EDMER TRUJILLO MORI Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento	

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala PFCo	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fosfatos	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitratos (NO ₃) (d)	mg/L	3	3	**
Amonioac- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Uso de biomasa seca (cáscara de plátano) como bioadsorbente de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Mórrope, Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:
SUSAN CCENCHO MERCADO

ASESOR:
MARIA PAULINA ALIAGA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

24	1	Entregado a Universida...	5 %
		Trabajo del estudiante	
	2	repositorio.utmachala...	4 %
		Fuente de Internet	
	3	si.ues.edu.sv	2 %
		Fuente de Internet	
	4	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
		Fuente de Internet	
	5	190.25.234.130-8080	1 %
		Fuente de Internet	
	6	docplayer.es	1 %
		Fuente de Internet	
	7	Entregado a Universida...	1 %
		Trabajo del estudiante	
	8	Entregado a Universida...	1 %
		Trabajo del estudiante	
	9	documenta.mx	<1 %
		Fuente de Internet	
	10	militarium.com	<1 %
		Fuente de Internet	
	11	repositorio.udl.edu.pe	<1 %
		Fuente de Internet	



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Susan Ceceche Mercado, identificado con DNI N° 46875756,

Egresado(a) de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "USO DE BIOMASA SECA (cáscaras de plátano) como bioadsorbente DE ARSENICO EN AGUA SUBTERRANEA, CRUZ DEL MEDANO, MORROPPE, LAMBAYEQUE A NIVEL LABORATORIO - 2018";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 46875756

FECHA: Los Olivos 16 de Agosto del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Yo, Elmer Benites Alfaro

 docente de la Facultad Ingeniería
 Escuela Profesional Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo
 (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

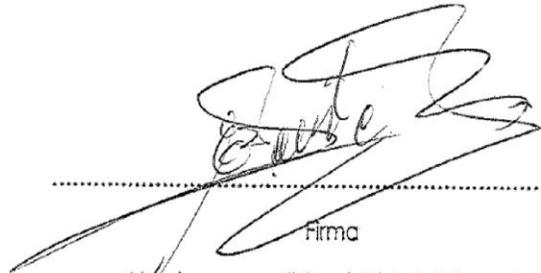
“ Uso de Biomasa seca (Cáscara de plátano) como bioadsorbente
de Arsénico en agua subterránea, Cruz del Médano, Morape,
Lambayeque, a nivel laboratorio - 2018”

 del (de la) estudiante Cecilia Mercado, Susan

 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de 2.4 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la
 tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas
 por la Universidad César Vallejo.

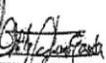
Lugar y fecha 09 Julio 2018



 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 07567259



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CCENCHO MERCADO SUSAN

INFORME TITULADO:

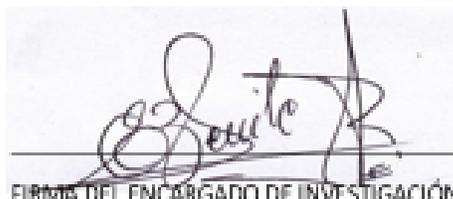
USO DE BIOMASA SECA DE Musa paradisiaca L. COMO
BIOADSORBENTE DE ARSENIO EN AGUASUBTERRÁNEAS EN CRUZ
DEL MÉDANO, LAMBAYEQUE A NIVEL LABORATORIO - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 16 de agosto de 2018

NOTA O MENCIÓN: 15



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro