



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de Adsorción de la Biomasa del *Lupinus mutabilis* y
Caesalpinia spinosa para Cadmio y Plomo en las Aguas de la
quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Gonzales Gonzales, Evelyn Lisseth (ORCID: 0000-0001-5806-2106)

Mauricio Sosa, Luis Jheyson (ORCID: 0000-0003-2154-7323)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres por el amor y la confianza incondicional, quienes desde pequeña me apoyaron en cada decisión, a mis hermanas por ser la principal fuente de motivación, a mis familiares y amigos quienes nos han acompañado en momentos especiales e inolvidables durante mi vida universitaria.

Evelyn Lisseth Gonzales Gonzales

Este trabajo de investigación es dedicado con mucho amor para mis maravillosos y magníficos padres y hermanas, por su incondicional apoyo para cumplir mis metas propuestas, por su comprensión, sus consejos y su confianza a lo largo de este camino para lograr mis sueños.

Luis Jheyson Mauricio Sosa

Agradecimiento

A todas las personas que estuvieron presentes de diferentes maneras en esta última etapa de nuestra carrera profesional, por brindarme los mejores consejos, críticas e ideas para realizar la presente investigación.

A mi asesor de tesis el Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo, quien con su experiencia ingenieril y científica nos guio en la formulación y desarrollo de la tesis para la obtención del título de ingenieros

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract:	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización	15
3.3 Población muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	28
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de adsorbente.....	9
Tabla 2. Clasificación taxonómica de <i>Lupinus mutabilis</i>	12
Tabla 3. Propiedades físicas y químicas s de la semilla del <i>Lupinus mutabilis</i>	13
Tabla 4. Clasificación taxonómica de <i>Caesalpinia spinosa</i>	14
Tabla 5. Composición química de la semilla del <i>Caesalpinia spinosa</i>	¡Error!

Marcador no definido.

Tabla 6. Georeferenciación de la población de estudio.....	16
Tabla 7. Georefenciación de los puntos de recolección de muestra de agua en la quebrada Sinchao.	16
Tabla 8. Patrones de Control y Experimental	17
Tabla 9: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	18
Tabla 10. Validación de los expertos.....	18
Tabla 11. Datos específicos para la adsorción de Cadmio y Plomo.....	20
Tabla 12. Capacidad de adsorción de Cadmio por <i>C. spinosa</i> por tiempo de contacto y dosis.....	25
Tabla 13. Capacidad de adsorción de Cadmio por <i>L. mutabilis</i> por tiempo de contacto y dosis.....	26
Tabla 15. Resultados de la adsorción con la biomasa de <i>C. spinosa</i> y <i>L.mutabilis</i> para el Pb.....	26
Tabla 16. % de Remoción de la <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Lupinus mutabilis</i> para Cd	26
Tabla 17: % de Remoción de la <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Lupinus mutabilis</i> para Pb	27

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de adsorción (Grácia, 2017).....	9
Figura 2. Proceso de adsorción de metales. (Tejada et al. 2014)	11
Figura 3: Estructura de los alcaloides que presenta el <i>Lupinus mutabilis</i>	13
Figura 4: Estructura del tanino en la <i>Caesalpinia spinosa</i>	14
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso y actividades de la investigación.....	21
Figura 6. Capacidad de adsorción de Cadmio por <i>C. spinosa</i> y <i>L.mutabilis</i> por pH.	23
Figura 7: Capacidad de adsorción de Cadmio por <i>C. spinosa</i> y <i>L.mutabilis</i> por pH.	24
Figura 8. Capacidad de adsorción de Plomo por <i>C. spinosa</i> y <i>L.mutabilis</i> por pH.	24

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa* para cadmio y plomo, puesto que en la actualidad se ha registrado un aumento progresivo de la presencia de metales pesados en las aguas de la quebrada Sinchao – Chugur. El propósito de la investigación fue conocer las condiciones de operación, influencia del tiempo y la dosis optima para la remoción de cadmio y plomo, realizándose un análisis inicial de las concentraciones de cadmio y plomo. Se desarrolló en 4 fases: recolección de la muestra: agua de la quebrada de la quebrada Sinchao, obtención, caracterización de las biomazas y adsorción del Cd y Pb en la prueba de jarras. Se aplicaron tres tratamientos para cada biomasa con diferentes concentraciones (5g, 10g y 20 g en 500 ml) durante 3 repeticiones por muestra para cada tratamiento. La concentración inicial de cadmio obtenida fue 0.0460 mg/L y de plomo fue de 0.027 mg/L, obteniéndose un porcentaje máximo de remoción con la biomasa *Lupinus mutabilis* a un 87.61% para cadmio y 96% para plomo en un pH de mayor a 5, con una dosis optima de 20g en un tiempo de 96 minutos.

Palabras claves: Adsorción, pH, dosis, tiempo y eficiencia

Abstract:

The present research aimed to evaluate the adsorption efficiency of the biomass of *Lupinus mutabilis* and *Caesalpinia spinosa* for cadmium and lead, since at present there has been a progressive increase in the presence of heavy metals in the waters of the Sinchao stream - Chugur. The purpose of the investigation was to know the operating conditions, influence of time and the optimal dose for the removal of cadmium and lead, carrying out an initial analysis of the concentrations of cadmium and lead. It was developed in 4 phases: sample collection: water from the Sinchao stream, obtaining, characterizing the biomass and adsorption of cadmium and lead in the jar test. Three treatments were applied for each biomass with different concentrations (5g, 10g and 20 g in 500 ml) during 3 repetitions per sample for each treatment. The initial concentration of cadmium obtained was 0.0460 mg / L and lead was 0.027 mg/L, obtaining a maximum removal percentage with the *Lupinus mutabilis* biomass at 87.61% for cadmium and 96% for lead at a pH greater than 5, with an optimal dose of 20g in a time of 96 minutes.

Keywords: Adsorption, pH, dose, time and efficiency

I. INTRODUCCIÓN

El mundo afronta una variedad de problemas ambientales, debido a las diferentes actividades antropogénicas que se realizan para la subsistencia de los seres humanos, esto ha generado un incremento exponencial sobre la contaminación y pérdida de la calidad de los diferentes recursos hídricos, en un reporte de la ONU, se estimó que existía una tasa de contaminación de 2000 millones de m³ diarios de agua (Reyes et al. 2016). Según la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas la gran mayoría de vertidos industriales desfogon en la red de alcantarillado, considerando de una manera conjunta con las aguas domésticas.

Según la Defensoría del Pueblo (2020) en el mes de marzo reportó que existen un promedio de 128 conflictos socio-ambientales y se registra que 64.1% de estos se debe a la actividad minera, debido a que se considera que es una de las causas directas de la contaminación hídrica en el Perú. El reporte de la Autoridad Nacional del Agua donde López (2016) indicó que existen 21 ríos a nivel nacional que están contaminados por agentes químicos producto de esta actividad y estudios determinaron la existencia de diferentes metales pesados, pues según Castro (2016) especificó que As, Cd y el Pb exceden al 30% del ECA del agua por región hidrográfica.

Desde esta perspectiva, se describió el contexto actual del distrito de Chugur, Cajamarca, donde se ubica la quebrada Sinchao con una apariencia amarillenta, quien es objeto de monitoreo permanente para descartar la presencia y contaminación de metales pesados, sin embargo según reportes de la OEFA (2019) se demostró que superan los LMP destacándose en los puntos de muestreo los siguientes metales pesado: Pb, Cd, As, Cu, Zn y Fe.

Se resaltó que de acuerdo con el Observatorio de Conflictos de Cajamarca el tema de contaminación en los ríos de Huagayoc por pasivos ambientales tiene un antecedente desde el 2012 hasta la actualidad, relacionándose a las enfermedades gastrointestinales y respiratorias pues según el MINSA y el INEI (2017) la ingesta de agua contaminada por metales pesados es la consecuencia.

En tal sentido, se presentó una realidad en donde el tema de los metales pesados se ha ido convirtiendo en una preocupación en el aspecto ambiental, en salud pública y social en el distrito de Chugur, pese a que existen diferentes métodos convencionales para el tratamiento de estos efluentes. Debido a esto, se planteó la siguiente investigación, dando respuesta al siguiente problema general: ¿Cuál es la eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao, Chugur - Cajamarca 2021?, dando respuesta a los diferentes problemas específicos: ¿Cuáles son las condiciones de operación para la adsorción de cadmio y plomo de la biomasa?, ¿Cuál es el tiempo requerido para la adsorción del cadmio y plomo biomasa? y ¿Cuál es la dosis para la adsorción del Cadmio y plomo por la biomasa?.

A partir de lo mencionado, se buscó la reducción de las diferentes concentraciones de plomo y cadmio aplicando el proceso de adsorción, con biomasa reconocida por su descripción botánica de la zona de Cajamarca. Con respecto a esto, se busca la reducción del impacto negativo que se suscita debido a la mala calidad del recurso hídrico, perjudicando sectores económicos, sociales y ambientales.

El proceso de adsorción es tema de investigaciones para así evaluar la efectividad de una especie biótica o abiótica, aspirando a la realización de nuevos proyectos calidad del recurso hídrico, en definitiva se buscó una solución para la contaminación por metales pesados provenientes de las industrias mineras, según Tejada et al. (2015) aplicar esta tecnología tiene bajos costos, elevada eficiencia y minimización de productos químicos.

La presente investigación dio un valor a la biomasa encontrada en la zona norte, aplicándola en la recuperación de aguas superficiales con el proceso de adsorción, lo que implicó plantear dosis y metodologías. Esta investigación se basó en la efectividad adsorbente de las especies, logrando determinar el tiempo, la eficacia para adsorber diferentes metales pesados y así aumentar el conocimiento para nuevas investigaciones, reduciendo costes y a las poblaciones vulnerables.

En base a la justificación metodológica, la presente investigación presentó un enfoque cuantitativo, debido a que los fenómenos observados se midieron y verificaron por los investigadores, basándose en que los resultados obtenidos no fueron modificados por ninguna circunstancia, manteniendo el proceso de investigación con ética y profesionalismo al recolectar, analizar y transcribir los datos.

En la actualidad se han investigado y desarrollado diferentes métodos para determinar la contaminación de los cuerpos hídricos, y técnicamente se buscó controlar la contaminación sistemática de todas las fuentes naturales hídricas, por lo que necesariamente se contó con la información detallada y confiable de la contaminación hídrica, componentes y diferentes agentes químicos que pueden alterar el estándar de calidad del recurso.

El proyecto de investigación a partir de lo ya mencionado, tuvo como objetivo general determinar la eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao, Chugur - Cajamarca 2021, así mismo basándose en los siguientes objetivos específicos: Evaluar las condiciones de operación para la adsorción de cadmio y plomo de la biomasa, medir el tiempo requerido para la adsorción del cadmio y plomo de la biomasa y determinar la dosis óptima para la adsorción del Cadmio y plomo por la biomasa.

En esta investigación se estableció una hipótesis general: El *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, es eficiente en la adsorción del Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao, obteniendo como hipótesis específicas: las condiciones de operación fueron óptimas para la adsorción de cadmio y plomo del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa* en las aguas, el tiempo requerido fue menor a 2 horas para la adsorción del cadmio y plomo del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, en las aguas y la dosis requerida de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, es de 20g, para la adsorción del cadmio y plomo en las aguas.

II. MARCO TEÓRICO

La investigación tuvo una base teórica, siendo un respaldo los proyectos de investigación como antecedentes, teorías y los enfoques conceptuales, que son base fundamental para esta indagación. Según Hernandez et al. (2014) menciona que el problema y el marco teórico planteada en el proyecto de investigación tiene una estrecha relación, pues debe considerarse el contenido a profundidad de los aspectos relacionados al problema y a las variables planteadas sin desviarse del tema central. De manera análoga se presentan los siguientes antecedentes nacionales e internacionales de esta investigación.

El agua contaminada describe la presencia de contaminantes y sustancias nocivas en un cuerpo natural de agua, modificada y alterada de manera que las altas concentraciones amenazan el estado de calidad ecológica y pone en riesgo la salud humana. Indiscutiblemente algunos autores, hacen referencia a los cuerpos de agua contaminados con efluentes mineros por metales pesados demostrando las características y factores que influyen en la contaminación hidrológica.

Singh et al. (2016) en su investigación dedujo que algunos oligoelementos son tóxicos para la salud humana, especificando que la exposición crónica al cadmio a niveles más bajos conduce a enfermedades renales, daño pulmonar y huesos frágiles y la exposición a altos niveles de plomo puede dañar gravemente el cerebro y los riñones.

Duncan, Vries y Biritwum (2018) evaluaron las concentraciones de plomo, cadmio, arsénico, cromo, hierro, manganeso, zinc y níquel. Llegaron a la conclusión que las concentraciones medias de los metales fueron más altas en la estación seca que en la estación húmeda debido a la baja tasa de flujo durante la estación seca que ayuda al proceso de precipitación y acumulación.

Debido a que la contaminación de cuerpos hídricos superficiales, existen diferentes operaciones y la adsorción es una de las operaciones de difusión en la que uno o más componentes en fase líquida o gaseosa se eliminan por medio de materiales porosos sólidos, llamados adsorbentes, a partir de ello se observa los siguientes antecedentes.

Sánchez (2014) caracterizó en el biadsorbente a base de las acículas de pino en el proceso de bioadsorción de Cd^{+2} , Cr^{+3} y Zn^{+2} , también se estudió la influencia del tamaño de partícula y el pH de la disolución y determinó si varía el resultado al existir presencia de otros iones. Obtuvo las siguientes conclusiones: El tratamiento con NaOH permite obtener un sólido con capacidad de adsorción superior a la del material original, la capacidad de adsorción del sólido P-H₂O no depende del tamaño de partícula, pero si existe una influencia del pH, comprobándose que la presencia de iones Na^+ , K^+ , Mg^{+2} y Ca^{+2} afecta a la capacidad de adsorción de los iones de Cd^{+2} y Zn^{+2} .

Castro (2015) determinó la cantidad máxima de Pb y Cr bioabsorbidos por polvo de cáscara de banano maduro. El tipo de investigación es descriptivo - experimental. Se concluyó que la cáscara de banano presenta un gran potencial para la remoción de Cr (VI) y Pb (II) y en agua sintética.

Bozic (2016) tuvo como objetivo determinar la adsorción de iones de metales pesados a partir de aguas sintéticas y reales mediante el uso de aserrín, realizando la caracterización física, química y fisicoquímica del aserrín. Concluyó que el grado de adsorción varía según el ión que se absorba. La mayor capacidad de adsorción es para el cobre y es casi del 80%, mientras que la adsorción del hierro no supera el 10%. La capacidad de adsorción de los iones considerados es la siguiente: $\text{Cu}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Ni}^{+2} > \text{Cd}^{+2} = \text{Pb}^{+2} > \text{Mn}^{+2} > \text{Fe}^{+2}$.

Arias (2019) determinó la capacidad de adsorción de la mezcla de las cáscaras de banano y naranja basándose en diferentes factores. El aplicando un diseño experimental. Concluyó que la mezcla de las cáscaras como biadsorbentes remueve entre un 82 y 97% de Cr6 y el pH 5 permite que la remoción llegue a un promedio de 95,62%.

Se trata de eficiente siempre y cuando se logren los propósitos establecidos, a un menor costo posible, en el menor tiempo, sin malgastar muchos recursos en vano y que contenga un nivel máximo de calidad siendo factible, a partir de esto se menciona a los siguientes autores.

Vizcaino y Fuente (2015) evaluó la remoción empleando biomasa de cáscaras de naranja (*Citrus sp.*), algas rojas, y tuna guajira (*Opuntia sp.*). Obteniendo que las biomásas modificadas tienen una mayor adsorción observándose que las tres biomásas tratadas tienen una capacidad de remoción más de 90% para Cd y Pb, comprobándose los ensayos batch con el continuo, se deduce que la capacidad de adsorción de Pb, Cd y Zn a pH 4.5 resultó mayor cuando la dosis de biomasa utilizada fue menor (45 g en continuo frente a 5 g en batch).

Lara et al. (2016) tuvo como objetivo fundamental evaluar el desempeño de la cáscara de cacao como material residual adsorbente de Pb y Cd en solución acuosa sintética. El siguiente estudio tiene un diseño experimental. Concluyó que la cáscara de la mazorca de cacao presenta una buena capacidad de adsorción de iones Pb^{+2} en agua sintética, estas lograron un 91,32% de remoción de Pb divalente y 87,80% para Cd, manteniendo la densidad del lecho constante en un valor de $0,0365g/cm^3$.

Para Argomedo y Carbajal (2019) en su investigación tuvieron como finalidad determinar la influencia del tiempo de contacto y el tamaño de partícula de la borra de café en la remoción de Pb^{+2} de efluente minero. Presentó un diseño de investigación experimental puro, con una muestra compuesta del efluente minero de Quiruvilca. Concluyó que el tiempo de contacto es de 90 minutos, con un tamaño de partícula de 250 μm alcanzando un 87.85% de remoción de Pb^{+2} .

Se han señalado y utilizado varios métodos analíticos para la eliminación de metales pesados, estos incluyen precipitación química, intercambio iónico, ultrafiltración, ósmosis inversa, electrodiálisis y adsorción. Sin embargo, el método que ha sido descrito por numerosos investigadores como altamente selectivo, eficiente, fácil de operar y rentable es la adsorción por lotes.

Muhammad et al. (2018) en su investigación se evaluaron las capacidades de adsorción de metales de los bioadsorbentes, derivados de desechos agrícolas de bajo costo. Se realizaron experimentos por lotes y en columna para evaluar la cinética de sorción de plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr) sobre bagazo de caña de azúcar y mazorca de maíz modificado (mediante tratamiento con base y ácido) y no modificado. Se obtuvo como resultado en los experimentos por lotes,

la influencia del efecto del tiempo de contacto y las concentraciones iniciales de metal para el comportamiento de adsorción de los tres metales, obteniéndose en los primeros 20 minutos la mayor parte de adsorción de los iones metálicos, es decir, Cd 81%, Cr 84% y Pb 86% de total había sido adsorbido.

Mustapha et al. (2019) tuvo como objetivo investigar los efectos de varios parámetros como el tiempo de contacto, el pH de la solución, la dosis de concentración inicial y la temperatura en un sistema de adsorción por lotes. Concluyendo que el método de adsorción por lotes depende del tiempo de contacto, la dosis, el pH de la solución, las concentraciones iniciales de iones metálicos y la temperatura y que los datos experimentales en el proceso de adsorción indicaron buenas correlaciones con el modelo cinético de pseudo-segundo orden y la isoterma de Langmuir.

La Biomasa es la fracción con propiedades biodegradables, de diferentes productos, residuos y desechos de diferentes actividades como agricultura, industrias, silvicultura entre otras.

Flores (2019) tuvo como finalidad en su investigación determinar la capacidad de remoción de Cd del bioadsorbente de Tarwi en las aguas del río. Se presenta una investigación de tipo transversal y un diseño experimental. Concluyó que en la capacidad de remoción al contener otros iones como el Zn, Na y Ca se ve afectada. Su remoción obtenida por el tarwi fue por encima del 70%, con una dosis óptima de 2g, con un pH de 5 y un tiempo de contacto 32,5 minutos.

Soto (2017) en su tesis tuvo como objetivo determinar la capacidad de adsorción de la biomasa de las semillas de *Caesalpinia*, utilizando soluciones acuosas con Plomo. En el siguiente estudio tiene un diseño experimental. Concluyó que al aplicar las diferentes dosis, las concentraciones de Pb se redujo con el aumento del volumen de biomasa de la semilla de *Caesalpinia spinosa*.

Collantes (2019) en la investigación su objetivo tuvo como finalidad determinar la capacidad biosorbente de plomo de la vaina de taya y la cáscara de naranja en el porcentaje de remoción de Pb. Presentó un diseño de investigación experimental. Concluyó que de todas las soluciones realizadas, la remoción de la cáscara en

una concentración de 100 ppm fue de 99.70% y de la vaina de taya fue de 94.79% en una concentración de 150 ppm.

A continuación, se desarrollan las teorías relacionadas al tema de investigación, donde se busca definir las variables con un enfoque conceptual hacia sus respectivas dimensiones.

La adsorción, es una operación de difusión en la que uno o más componentes en fase líquida o gaseosa se eliminan por medio de materiales porosos sólidos, llamados adsorbentes (Božić, 2016). Para esto Grácia (2017) complementa que es un proceso de transferencia de masa por medio del cual una sustancia denominada adsorbato se traspa de la fase líquida o gaseosa a la superficie de un sólido llamado adsorbente y se une mediante interacciones físicas o químicas.

Tipos de adsorción de acuerdo a su naturaleza, según Božić (2016) la adsorción se basa en dos tipos de acuerdo a su naturaleza entre los adsorbentes y las partículas adsorbidas. Dependiendo del tipo de interacción, la adsorción puede ser física y química.

- **La adsorción física:** proceso que se produce por interacciones débiles de largo alcance conocidas como las fuerzas de Van Der Waals, permitiendo que moléculas, iones o partículas queden retenidos o atrapados sobre la superficie del material, se aprecia en temperaturas bajas sin alterar sus moléculas adsorbidas.
- **La adsorción química:** generada por la creación de enlaces (covalentes e iónicos), por lo que en el proceso la superficie del adsorbente se modificara, obteniendo un nuevo adsorbente, siendo apreciables a altas temperaturas, cambiando totalmente las moléculas adsorbidas. (Valladares et al. 2016)

En la figura 1, se describe el proceso de adsorción y los componentes involucrados en el procedimiento, denominándose a la sustancia que absorbe como adsorbato y al material que se utiliza como adsorbente o sustrato, dependiendo de las diferentes fuerzas de interacción entre el adsorbente y el adsorbato, definiendo así el tipo de proceso de adsorción.

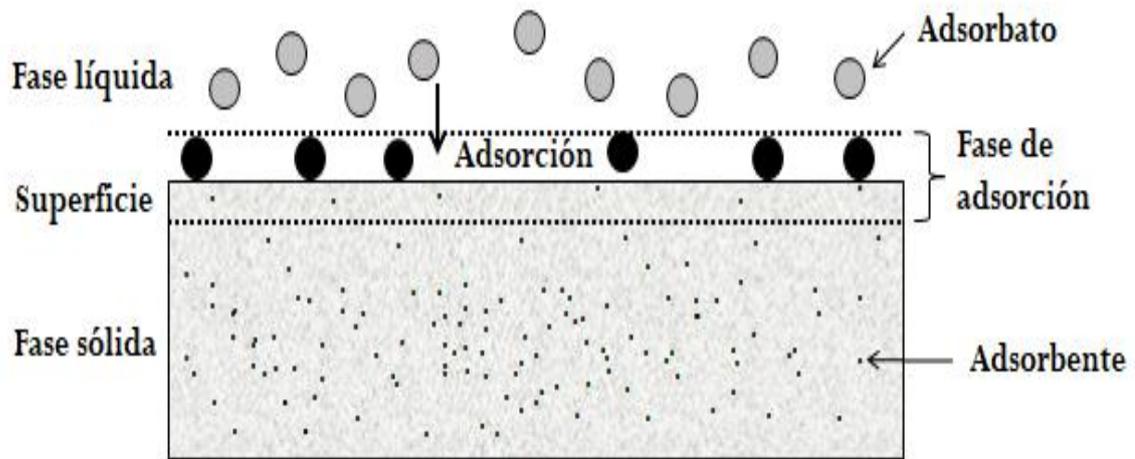
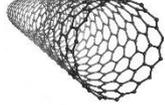


Figura 1. Proceso de adsorción (Gracia, 2017)

Existen numerosos adsorbentes de diferente naturaleza y pueden ser empleados en formas iniciales o modificadas para eliminar iones de metales pesados nocivos de los efluentes de aguas residuales. Los más utilizados se detallan en la tabla 1, como por ejemplo los carbones activados, las zeolitas, los minerales arcillosos, los residuos sólidos industriales y los biomateriales (Singh y Gupta, 2016).

Tabla 1. Tipos de adsorbente

ADSORCION MATERIALES CONVENCIONALES		
TIPO DE ADSORBENTE	DESCRIPCION	ADSORBENTE
Carbones activados en base a residuos agrícolas	Estructura porosa bien desarrollada (grandes volúmenes de mesoporos y microporos) y una alta área de superficie específica, así como diferentes grupos funcionales de superficie (carboxilo, carbonilo, fenol, quinona, lactona) unidos a los bordes de las capas similares al grafito.	Corteza de Eucalipto
		Aserrín de madera de Caucho
		Cascara de Granada
		Madera de Tamarindo
Zeolitas	Compuestos de minerales de aluminosilicato hidratados elaborados a partir de restos tetraédricos entrelazados de alúmina (AlO ₄) y sílice (SiO ₄)	Clinoptilolita (Zeolita natural)
		Zeolita NaX
		Cenizas volantes en zeolita
Minerales de arcilla	Tiene propiedades como una gran superficie, excelente física (plasticidad, fuerza de unión, contracción), química (gran potencial zeta, propiedad de intercambio catiónico, muestra monobasicidad) y estructurales / superficiales (resistencia a la carga, resistencia al desgaste, resistencia al ataque químico) propiedades	Caolinita
		Esmectitas
		Mica
Biomateriales	Eficacia para adsorber iones de metales pesados	Biomasa inerte
		Biomasa de algas
		Biomasa microbiana
Residuos sólidos industriales	Subproducto con capacidad de adsorción de metales pesados con una ligera modificación física y química	cenizas volantes
		lodos de altos hornos

ADSORCION MATERIALES NANOESTRUCTURADOS		
TIPO DE ADSORBENTE	DESCRIPCION	ESTRUCTURA
Fullerenos	Moléculas de carbono de jaula cerrada que contienen anillos pentagonales y hexagonales, comprenden una amplia gama de isómeros y series homólogas.	
Los nanotubos de carbono	Cilindros largos de carbono de una o varias paredes en forma de láminas de grafito enrolladas (donde el carbono forma una red hexagonal continua) con un diámetro de una a varias decenas de nanómetros y una longitud de hasta varios centímetros	
Materiales a base de grafeno y grafeno	Red hexagonal bidimensional a escala atómica hecha de átomos de carbono	

Fuente: Adaptado de Burakov et. al (2018)

La cinética de adsorción: metodología que ayuda a comprender el mecanismo de adsorción y sus posibles pasos limitantes de la velocidad. En general, la mayoría se implementan en experimentos por lotes utilizando ecuaciones de regresión de línea y / o no línea para determinar el modelo cinético que mejor se ajusta. Los tres modelos cinéticos más comunes, a saber, el modelo cinético de pseudo primer orden (PFO), el modelo cinético de pseudo-segundo orden (PSO) y el modelo de difusión intrapartícula, han sido ampliamente utilizados para el proceso de eliminación de iones metálicos.

El equilibrio de adsorción: Factor vital necesario para el análisis y diseño adecuados de los sistemas adsorbato-adsorbente. Incluyen modelos de isothermas de dos parámetros como Langmuir, Freundlich, Dubinin-Radushkevich (D-R) y Temkin; tres modelos de isothermas de parámetros como Redlich-Peterson (R-P), Sips, Toth y Koble-Corrigan, Khan; así como isothermas de fisorción multicapa como las isothermas de Brunauer-Emmett-Teller, Frenkel Halsey-Hill y MacMillan-Teller. Estos modelos de isothermas proporcionan información valiosa sobre la distribución de los sitios de adsorción disponibles en la superficie adsorbente y las características de adsorción de un sistema de adsorción.

Adsorción de metales: Proceso que implica mucha complejidad, donde se involucra diferentes mecanismos como la quimiorción, el intercambio iónico, la adsorción entre otras, pero mayormente este último no toma en cuenta la naturaleza de los adsorbentes, según Tejada et al. (2014) existen 4 pasos, como muestra la figura 2, describiendo la transferencia del metal encontrado en la fase

líquida hasta la capa que cubre al adsorbente, luego se transfiere a través de la fase líquida dirigiéndose al adsorbente, teniendo en cuenta la importancia de la traspaso de masa y la resistencia ejercida. A partir de ello, se presenta la difusión del metal.

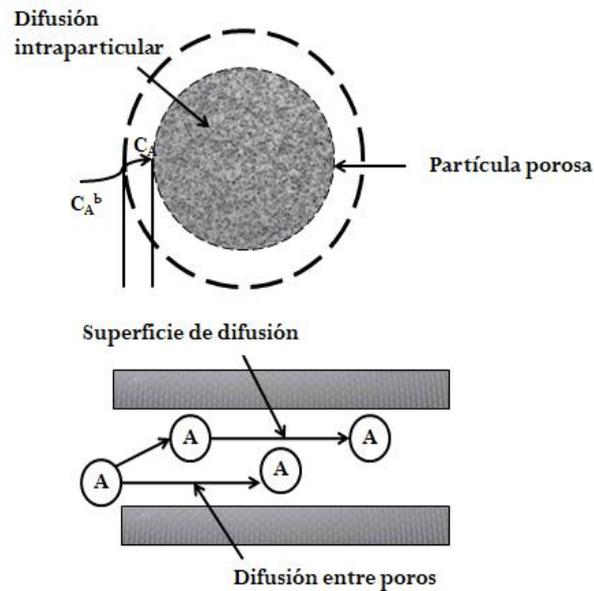


Figura 2. Proceso de adsorción de metales. (Tejada et al. 2014)

La remoción de iones: se adsorbe mediante sistemas: batch y continuo, teniendo como adsorbentes el carbón activado producto de residuos orgánicos y nanotubos, demostrándose el gran potencial de diferentes biomásas para la remoción de aguas. (Tejada et al. 2017, p.73)

Para Iftekhhar et al. (2018) existe una alta gama de materiales adsorbentes, con la misma función, pero con diferentes condiciones operativas, como el pH, la dosis de adsorbente y el tiempo de contacto. Sin embargo, se requieren esfuerzos para analizar sistemáticamente la riqueza de estudios para estimar las condiciones de operación para lograr una adsorción eficiente.

- **pH:** es una de las variables de proceso más importantes que puede afectar directamente la adsorción por los adsorbentes porque puede afectar el grado de ionización, así como las características de la superficie de un adsorbente.

- **Dosis del adsorbente** depende del grado de adsorción del soluto, debido a que si la concentración de un adsorbente aumenta, la concentración de adsorbente se traduce en un aumento de los sitios de adsorción intercambiables activos. (Esposito et al., 2001; Xie et al., 2015).
- **Tiempo de contacto** afecta significativamente el proceso de adsorción. Además, el tiempo de contacto puede influir en la eficiencia económica del proceso, así como en la cinética de adsorción. Por lo tanto, el tiempo de contacto es otro factor que rige el rendimiento en el proceso de adsorción (Srivastava et al., 2015).
- **Temperatura** de la solución afecta principalmente la naturaleza de agrandamiento de los adsorbentes, la movilidad de los iones y la interfaz sólido / líquido. Se utilizan parámetros termodinámicos para determinar la naturaleza del proceso de adsorción. (Iftekhar et al. 2018, p.420)
- **Eficiencia de la adsorción** influenciada por la existencia de iones coexistentes en la solución que conducen a una adsorción competitiva en la superficie adsorbente (Zhang et al., 2016).

El *Lupinus mutabilis* es un leguminosa caracterizada por su alto contenido de proteínas y su la calidad de grano de todos los altramuces cultivados (Lucas et al., 2015), su caracterización taxonómica se especifica en la tabla 2. Esta especie se adapta a climas templados y fríos, suelos poco fértiles, grandes altitudes y condiciones duras mientras enriquece activamente el suelo con nitrógeno (Cowling et al., 1998).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *Lupinus mutabilis*

Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Fabales
Género	Lupinus
Especie	Lupinus mutabilis
Nombre Común	Tarwi, lupino y chocho

Fuente: Aguilar, 2015

El *Lupinus mutabilis* una descripción botánica compuesta por raíz, hoja, tallo, Ramificaciones, Inflorescencia, flor, fruto y semilla (Aguilar, 2015). En la tabla 3 se muestran las propiedades correspondientes a la semilla de la especie.

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas s de la semilla del *Lupinus mutabilis*

Tamaño		0,5 a 1,5 cm
Forma		Ovalada
Humedad		9%
Proteínas		39,0% – 52,0 %
Aminoácidos	Ácido glutámico	1372 mg/g
	Ácido aspártico	685mg/g
	Arginina	594mg/g
	Leucina	449mg/g
	Lisina	331mg/g
Grasa		20,44
Alcaloides	Lupanina	0,7305 g/ 100 g
	Esparteína	0,2673 g/ 100 g
	1-3 hidroxilupanina	0,1472 g/ 100 g
	4-Hidroxilupanina	0,0281 g/ 100 g

Fuente: Zavaleta, 2018

La estructura química de los alcaloides presente en el *Lupinus mutabilis* permiten que dentro de los alcaloides: lupanina y hidroxilupanina (figura 3) se evidencia la presencia de pares de electrones libres en los nitrógenos de los anillos heterocíclicos, lo que permite la complejón de metales pesados.

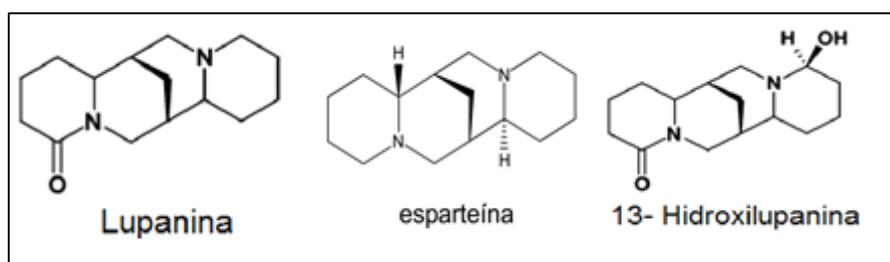


Figura 3: Estructura de los alcaloides que presenta el *Lupinus mutabilis*

La *Caesalpinia spinosa* es una leguminosa andina utilizada en la medicina y en la industria alimentaria al nivel mundial, caracterizada por soportar altas temperaturas desde los 0°C hasta los 35°C, creciendo en cualquier tipo de suelo desde los suelos arenosos hasta degradados y pedregosos. Su caracterización taxonómica se especifica en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación taxonómica de *Caesalpinia spinosa*

Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Caesalpinia</i>
Especie	<i>Caesalpinia spinosa</i>
Nombre Común	Taya o Tara

Fuente: Oliva et al., 2013

Para Florian (2020) las semillas *Caesalpinia spinosa* son fuente de compuestos lipídicos que incluyen tocoferoles, ácidos grasos, fosfolípidos, triglicéridos, esteroides y esfingolípidos. Según Oliva et al. (2013) la semilla se divide en tres partes: Testa (39%), goma (27%) y germen (26%).

Goycochea citado por Collantes (2019), indica la *Caesalpinia spinosa* está compuesta principalmente por tanino, dicha estructura contiene ácido gálico (Figura 4). La estructura de los anillos galotánicos del tanino de la taya, da la formación de la estructura en tres dimensiones. La hidrólisis que existe del galotanino genera el ácido gálico, disponiendo de los grupos carboxilo e hidroxilo; debido a la forma fisicoquímica que presenta los metales pesados, permite el proceso de adsorción.

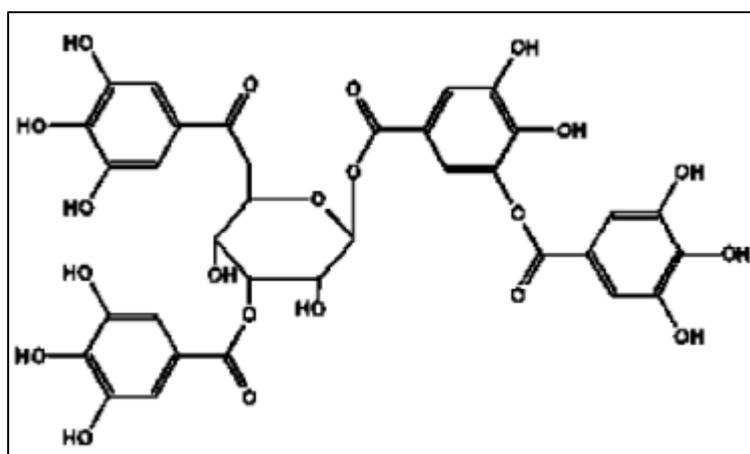


Figura 4: Estructura del tanino en la *Caesalpinia spinosa*

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Para Borja (2012) una investigación de tipo aplicada involucra la búsqueda, el conocimiento, el construir y actuar de la realidad problemática, teniendo en cuenta la revisión literaria que sustenten o establezcan las posibles soluciones para los problemas cuantificables o reales.

La investigación de acuerdo al fin fue de tipo aplicado, porque se buscó las posibles soluciones ante la contaminación de aguas que contienen Cadmio y Plomo, permitiendo distinguir la influencia de la eficiencia de la biomasa de *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis* sobre la adsorción, considerándose las diferentes condiciones de operación.

La indagación tuvo un diseño experimental, la finalidad fue buscar la eficiencia de la biomasa del *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis*, productos locales para la adsorción de Cadmio y Plomo en la quebrada Sinchao, Chugur. La investigación fue de tipo experimental, porque existió una relación de causa efecto entre variable dependiente e independiente.

El diseño es cuasi experimental, buscó manipular la biomasa para adsorber el Cadmio y Plomo, se consideró un proceso en la biomasa y un diseño en específico para la obtención de datos. Asimismo, la investigación se justificó debido a la existencia de las dos variables correspondientes a causa – efecto, generando una manipulación libre para medir el efecto.

3.2 Variables y operacionalización

- **Variable independiente (Cuantitativo):** Biomasa de *L. mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*.
- **Variables dependientes (Cuantitativo):** Adsorción de cadmio y plomo. (Ver Anexo 1)

3.3 Población muestra y muestreo

3.3.1 Población

La aguas de la quebrada Sinchao, ubicada en el distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc en el departamento de Cajamarca (Anexo 4), denominada como afluente del río Ninabamba. La población está comprendida desde el puente Sinchao hasta el puente La Gringa georeferenciado en la tabla 6.

Tabla 5. Georeferenciación de la población de estudio

DESCRIPCIÓN	GEOREFERENCIACIÓN (UTM)	ALTITUD	ZONA
Puente Sinchao	756828.73 mE 9257586.14 mS	3739 m.s.n.m	17
Puente La Gringa	756286.86 mE 9258617.79 mS	3584 m.s.n.m	17

Fuente: Elaboración propia.

La muestra se denomina como un subgrupo de la población (Hernandez et al., 2014, p.211), por lo tanto se evaluó el subconjunto de la población señalada delimitándola espacialmente y recolectando muestras simples en 5 puntos (tabla 7) de las aguas de la quebrada Sinchao; convirtiéndolas en muestras compuestas según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Tabla 6. Georeferenciación de los puntos de recolección de muestra de agua en la quebrada Sinchao.

DESCRIPCIÓN	GEOREFERENCIACIÓN (UTM)	ALTITUD	ZONA
Punto 1	756828.73 mE 9257586.14 mS	3739 m.s.n.m	17
Punto 2	756802.08 mE 9257968.69 mS	3699 m.s.n.m	17
Punto 3	756568.86 mE 9258295.57 mS	3638 m.s.n.m	17
Punto 4	756449.78 mE 9258491.92 mS	3610 m.s.n.m	17
Punto 5	756286.86 mE 9258617.79 mS	3584 m.s.n.m	17

Fuente: Google Eart / Elaboración propia

Se tuvo en cuenta los patrones de control y patrones experimentales como se denota en la tabla 8, separándolo asimismo de acuerdo al tiempo que se utilizó en la experimentación y determinando el total de muestras.

Tabla 7. Patrones de Control y Experimental

MUESTRA	PATRON DE CONTROL	Patrón experimental (R= ½ L)	
		<i>Lupinus mutabilis</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>
Blanco	½ Litros		
T1	9 Litros	R1, R2, R3 R1,R2, R3 R1, R2, R3	R1, R2, R3 R1,R2, R3 R1, R2, R3
T2	9 Litros	R1, R2, R3 R1,R2, R3 R1, R2, R3	R1, R2, R3 R1,R2, R3 R1, R2, R3
TOTAL	18 ½ Litros	9 Litros	9 Litros

Fuente: Elaboración propia.

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia, debido a que las muestras recolectadas se han seleccionado de acuerdo a su conveniencia de los investigadores y a su investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Behar las técnicas conllevan a la comprobación del problema y la hipótesis planteada, determinando las herramientas e instrumentos que serán utilizados. La reelección de datos tiene como función primordial a la observación y registro de los diferentes fenómenos que se presentan durante la investigación. Con respecto a la definición de recolección de datos los investigadores lo han denominado como un instrumento de medición (Tabla 9).

La investigación se desarrolló a partir de la técnica observación experimental, debido a que se ingresó a 3 laboratorios, para sus respectivos estudios y se utilizó diversos instrumentos utilizados en la ficha de registro de datos, de acuerdo a los objetivos planteados de la investigación.

Tabla 8: *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

Etapa	Técnica	Instrumento	Resultados
Georreferenciación de la quebrada Sinchao	Observación	Cadena custodia	
Selección de Semillas	Observación	Bibliografía	Recopilación del muestreo
Análisis de la muestras de agua de la Quebrada Sinchao	Observación	Ficha de Registro de laboratorio	Concentración inicial de Pb y Cd
Adsorción usando las biomosas	Observación	Ficha de Registro de laboratorio	Concentración final Pb y Cd

Fuente: Elaboración propia

La validez y confiabilidad del instrumento es el nivel en que el instrumento, da a entender un dominio específico de contenido el cual tiene que ser medido específicamente. (Peña, 2013) La validación de instrumentos de los datos recopilados fue revisada y validada por 3 expertos (tabla 10) en la materia los cuales darán su opinión y la calificación por cada instrumento. (Ver anexo 2)

Tabla 9. *Validación de los expertos*

Apellidos y Nombres (Expertos)	% de Aprobación
Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales CIP:71998	90
Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto CIP: 130267	90
Dr. Ordoñez Galvez Juan Julio DNI:08447308	90

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

La investigación se desarrolló en diferentes fases (Figura 5): Recolección de datos, obtención, caracterización de las biomásas y adsorción del Cd y Pb en la prueba de jarras.

3.5.1 Recolección de la muestra: agua de la quebrada de la quebrada Sinchao.

- a. Se registro las coordenadas UTM en el sistema WSG 84 en 5 puntos desde el puente Sinchao hasta el Puente La Gringa. La recolección de muestras se realiza por medio de la guía del protocolo de monitoreo de calidad del agua.
- b. La recolección de la muestra simple fue de 4litos cada una, obteniéndose una muestra compuesta de 20 litros, se conservó adecuadamente y se trasladó a la ciudad de Lima.
- c. Se derivó a dos diferentes laboratorios: Laboratorio Cerfical SAC. para que se conozca la concentración inicial de Cd y Pb de las aguas de la quebrada y al otro laboratorio para realizar la prueba de jarras.

3.5.2 Obtención de las biomasa de *Lupinus mutabilis* y *Casalpina spinosa*

- a. La obtención de las biomásas fue por medio de la compra en gramos de ambas biomásas para el respectivo procedimiento.
- b. Se obtuvo el *Lupinus mutabilis* de la ciudad de Cuzco y la *Casalpina spinosa* de la ciudad de Lajas.

3.5.3 Caracterización de las biomásas *Lupinus mutabilis* y *Casalpina spinosa*

- a. **Selección manual:** Se seleccionó las vainas de 7 cm y 8 cm, considerando que el número de semillas sea 6 a más y la ausencia de enfermedad o alguna plaga.
- b. **Lavado:** Se lavó la vaina de las biomásas a trabajar, hasta que se remueva las impurezas y residuos adheridos a las superficies, para que exista una mayor facilidad al retirar las semillas.
- c. **Secado:** Se pesó 500 mg de cada semilla(*Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*) antes de ser llevado al horno, para el secado correspondiente.

Se realizó por dos etapas: a través del secado natural con ayuda de la luz solar y un secado en la estufa a 70°C por un tiempo de 72 horas para la remoción total de la humedad.

- d. Molienda y tamizado:** Se trituro las biomásas por separado, utilizando un molino manual para la reducción del tamaño de las partículas. Se tamizó haciendo uso de la malla N°30 para la obtención de 600 µm.
- e. Empaquetado:** Se empaquetó en bolsas herméticas la biomasa tamizada.

3.5.4 Adsorción del Cd y Pb en la prueba de jarras.

- a.** Se pesó 5g, 10g y 20 g por separado de *Casalpina spinosa* y *Lupinus mutabilis*. Se consideró 3 repeticiones por cada dosis.
- b.** Se tomó 19 muestras de 500ml de la muestra compuesta de las aguas de la quebrada Sinchao, 18 muestras que fueron tratadas con las dosis de *Casalpina spinosa* y *Lupinus mutabilis*, una funciono como blanco.
- c.** Se realizó la adsorción mediante el método de jarras, considerando 2 tiempos, como se muestra en la tabla 11, sedimentándose por 30min.
- d.** Se midió los parámetros físicos de cada muestra se envasaron, se etiqueto y se derivó al laboratorio HIDROLAB.

Tabla 10. Datos específicos para la adsorción de Cadmio y Plomo

Tiempo	Dosis	Etiqueta de Laboratorio
120 RPM – 1min 80 RPM – 15 min 40 RPM – 30 min	5g	T1-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3
	10g	T1-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3
	20g	T1-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3
120 RPM – 2min 80 RPM – 30 min 40 RPM – 60 min	5g	T2-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3
	10g	T2-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3
	20g	T2-M1-R1
		T1-M1-R2
		T1-M1-R3

Fuente: Elaboración propia.

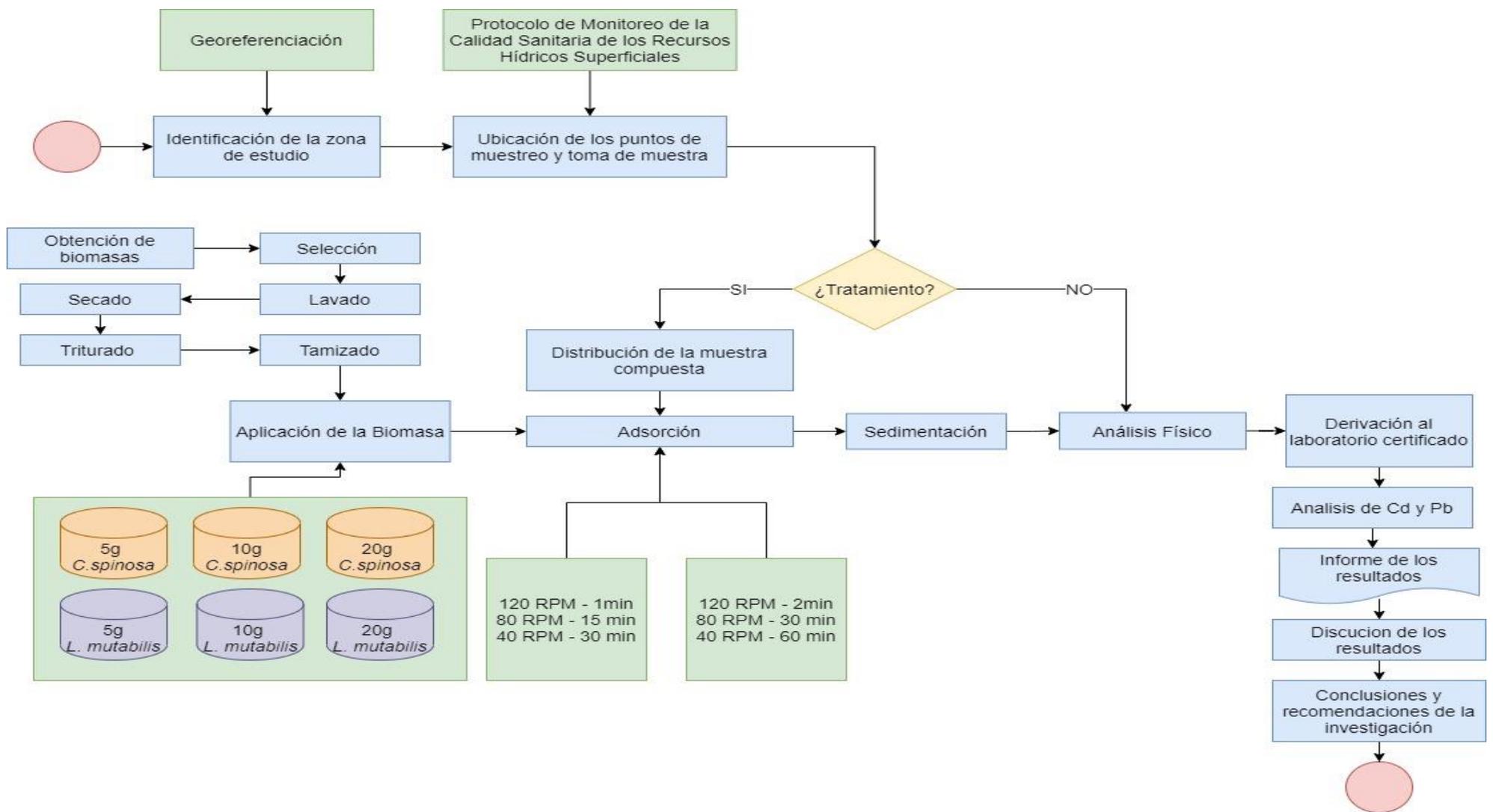


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso y actividades de la investigación

3.6 Método de análisis de datos

En las investigaciones cuantitativas, el análisis de datos permite analizar en base a las técnicas, permitiendo obtener datos fundamentales para la investigación y poder obtener la interpretación en base a todo lo investigado. Morán y Alvarado (2010) menciona que, al realizar el análisis de un tema, el investigador tendrá que analizar los datos obtenidos por los instrumentos, para así realizar los resultados estadísticos y gráficos. Pues para Morán este análisis depende fijamente de los datos y el planteamiento de la problemática. (p.56)

El análisis de datos, se realizó mediante la revisión bibliográfica obteniendo diferentes resúmenes y contenido necesario con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados. La recolección de datos se efectuó mediante fichas de registros. Estas se han medido en base a nuestra variable independiente y dependiente.

3.7 Aspectos éticos

Por medio de esta investigación se buscó respaldar y garantizar la calidad ética de la investigación que se somete a los siguientes fundamentos íntegros: Como alumno de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, este trabajo se desarrolló con la completa honestidad, integridad, respeto y confianza.

Por tal motivo, el investigador se rigió en el código de ética, reglamento y resolución rectoral N°0089-2019/UCV de la Universidad Cesar Vallejo, respetando la autoría de las investigaciones consultadas, así como la guía de elaboración del trabajo de investigación y tesis para la obtención de grados académicos y títulos profesionales, elaborándose esta investigación exclusivamente respetando la norma ISO, por su recolección a través de citas desarrolladas. Además, se empleó el software Turnitin como herramienta para verificar su originalidad.

IV. RESULTADOS

En la figura 6 se observa la relación entre el pH del tratamiento y la capacidad de adsorción en un tiempo de 46min. El comportamiento de la curva color naranja perteneciente al adsorbente *Caesalpinia spinosa* indica que existe una relación indirecta, indicando que existe mayor atracción de Cd cuanto tiende a ser ácido alcanzando adsorciones máximas ($q = 0.00373$ mg/g al pH 5.62), mientras que para el *Lupinus mutabilis* (curva azul) es directamente proporcional, obteniéndose la capacidad adsorción mínima de $q = 0.00098$ al pH=5.52 y una máxima de $q = 0.00383$ mg/g al pH=5.64.

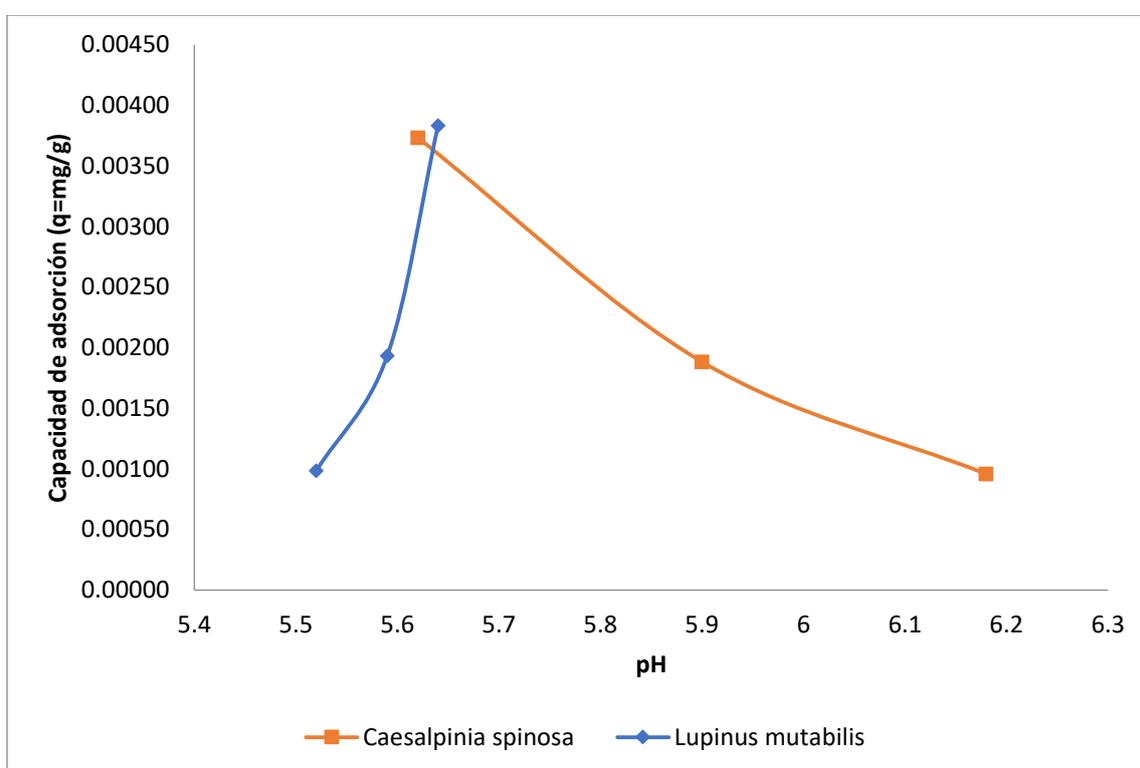


Figura 6. Capacidad de adsorción de Cadmio por *C. spinosa* y *L. mutabilis* por pH.

En la figura 7 se observa la relación entre el pH del tratamiento y la capacidad de adsorción en un tiempo de 92 min. El comportamiento del adsorbente de *Caesalpinia spinosa* se muestra que existe mayor atracción de Cd a menor pH ($q_{max} = 0.00380$ mg/g al pH 5.84 y $q_{min} = 0.00098$ mg/g al pH=6.15), mientras que para el *Lupinus mutabilis* si este tratamiento tiende más a ser neutro, mayor es la capacidad de adsorción ($q_{max} = 0.00387$ al pH=5.93 y $q_{min} = 0.00101$ mg/g al pH=5.58)

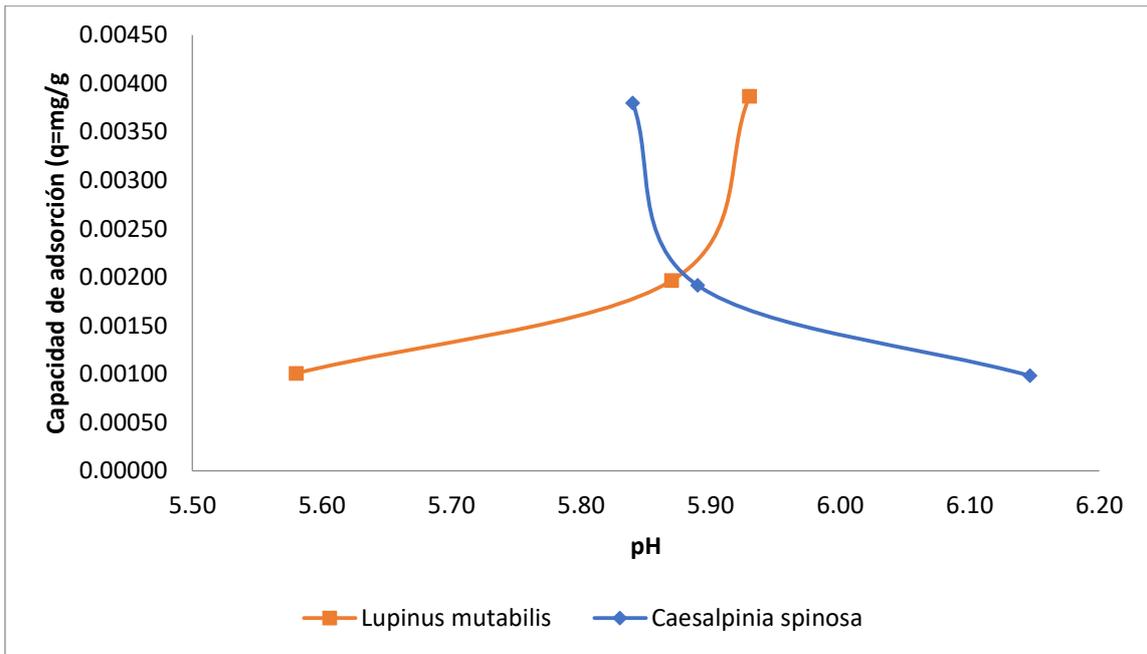


Figura 7: Capacidad de adsorción de Cadmio por *C. spinosa* y *L. mutabilis* por pH.

En la figura 8 se observa la relación entre el pH del tratamiento y la capacidad de adsorción en 46 y 92 minutos. El comportamiento de las curvas de adsorción en relación con el pH es similar al de las figuras 4 y 5. Se observa que para ambas biomazas están en el rango de 5.5 a 6.2 unidades de pH, obteniéndose una $q_{max} = 0.0000027$ mg/g y $q_{min} = 0.000000675$.

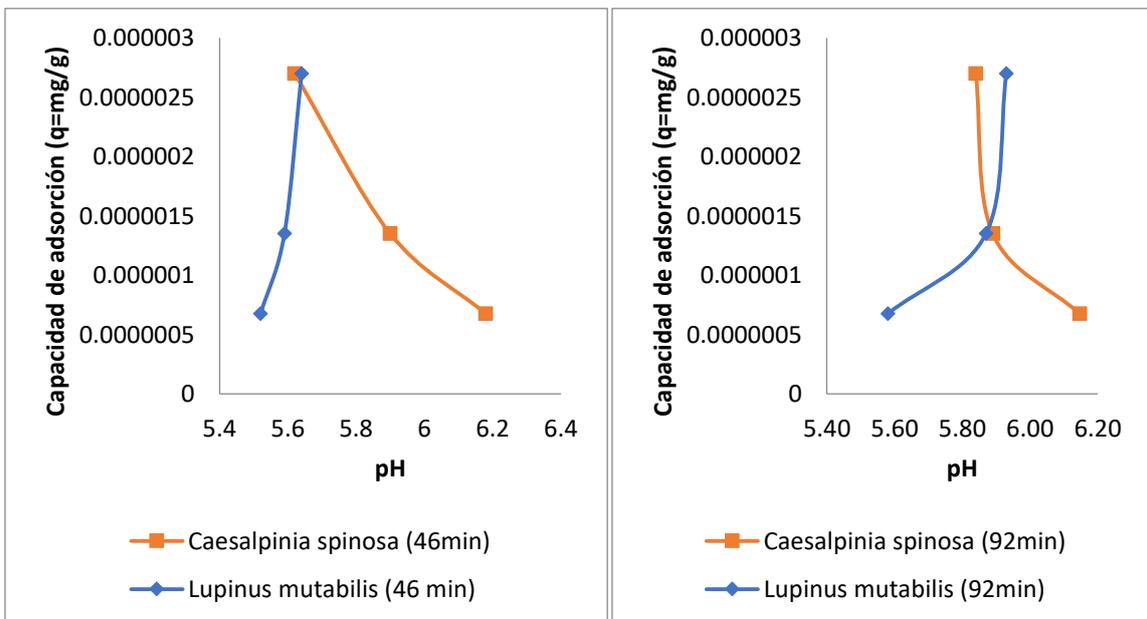


Figura 8. Capacidad de adsorción de Plomo por *C. spinosa* y *L. mutabilis* por pH.

En la tabla 12, se observa la capacidad de adsorción del Cd con la *Caesalpinia spinosa* en relación al tiempo de contacto y dosis. Se obtiene que el tiempo de contacto está relacionada indirectamente con la dosis de la biomasa y el porcentaje de adsorción de cadmio. Por lo tanto, en un tiempo de 46 minutos se obtiene un porcentaje mínimo de remoción de 81.09% con una dosis de 5g y remoción máxima de 83.26% con una dosis de 20g, por otra parte respecto al tiempo de 96 minutos se obtiene una remoción mínima del 82.61% y máxima de 85.43% respectivamente.

Tabla 11. % de Adsorción de Cadmio por *C. spinosa* por tiempo de contacto y dosis

Tiempo de contacto	Biomasa (g)	Promedio de Concentración de Cd (mg/L)	Co-Cf	% Remoción
0 min	0	0.0460	0.0000	0%
46 min	5	0.0087	0.0373	81.09%
	10	0.0083	0.0377	81.96%
	20	0.0077	0.0383	83.26%
96 min	5	0.0080	0.0380	82.61%
	10	0.0077	0.0383	83.26%
	20	0.0067	0.0393	85.43%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se observa la capacidad de adsorción del Cd con el *Lupinus mutabilis* en relación al tiempo de contacto y dosis. En la tabla 13 se observa que en un tiempo de 46 minutos se obtiene un porcentaje mínimo de remoción de 83.26% con una dosis de 5g y remoción máxima de 85.43% con una dosis de 20g, por otra parte respecto al tiempo de 96 minutos se obtiene una remoción mínima del 84.13% y máxima de 87.61% respectivamente.

Tabla 12. % de adsorción de Cadmio por *L. mutabilis* por tiempo de contacto y dosis

Tiempo de contacto	Biomasa (mg)	Promedio de Concentración de Cd (mg/L)	Co-Cf	% Remoción
0 min	0	0.0460	0.0000	0%
46 min	5	0.0077	0.0383	83.26%
	10	0.0073	0.0387	84.13%
	20	0.0067	0.0393	85.43%
92 min	5	0.0073	0.0387	84.13%
	10	0.0067	0.0393	85.43%
	20	0.0057	0.0403	87.61%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se observa la capacidad de adsorción del Pb con la *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis* en relación al tiempo de contacto y dosis. Se obtiene que el tiempo de contacto está relacionada directamente con la dosis y el porcentaje de remoción. Por lo tanto, en un tiempo de 46 minutos se obtiene una adsorción máxima de 96% con una dosis de 5g en los diferentes tiempos tratados. Se observa que la adsorción máxima tanto de la *Caesalpinia spinosa* como del *Lupinus mutabilis* es de 96% en los

Tabla 13. % de adsorción con la biomasa de *C. spinosa* y *L. mutabilis* para el Pb

Tiempo de contacto	Biomasa (mg)	Concentración de Pb (mg/L)	Co-Cf	% Remoción
0 min	0	0.0270	0.0000	0
46 min	5	< 0.01	0.0270	96%
	10	< 0.01	0.0270	96%
	20	< 0.01	0.0270	96%
92 min	5	< 0.01	0.0270	96%
	10	< 0.01	0.0270	96%
	20	< 0.01	0.0270	96%

Elaboración Propia

En la tabla 15, se observa que el porcentaje de cadmio removido con respecto a la concentración inicial $C_i=0.0460$ siendo alto para todos los ensayos analizados, alcanzándose eficiencias máximas superiores al 81.09%, para valores de pH 5, para tiempos de retención de 46 y 92 minutos. En torno al efecto de la dosis de la

biomasa como adsorbente, los resultados promedios obtenidos muestran que, la dosis tiene una relación directamente con la eficiencia de remoción de Cd, alcanzando un porcentaje superior al 87.61%.

Tabla 14. % de Remoción de la *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis* para Cd

	Tiempo	Dosis	Concentración final de Cd (mg/L)	% Remoción
	0 min	0g	0.0460	0%
Caesalpinia spinosa	46 min	5g	0.0087	81.09%
		10g	0.0083	81.96%
		20g	0.0077	83.26%
	92 min	5g	0.0080	82.61%
		10g	0.0077	83.26%
		20g	0.0067	85.43%
Lupinus mutabilis	46 min	5g	0.0077	83.26%
		10g	0.0073	84.13%
		20g	0.0067	85.43%
	92 min	5g	0.0073	84.13%
		10g	0.0067	85.43%
		20g	0.0057	87.61%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16, se observa que el porcentaje de plomo removido con respecto a la concentración inicial $C_i=0.027$, alcanzándose eficiencias máximas superiores al 96%, para valores de pH 5, para tiempos de retención de 46 y 92 minutos.

Tabla 15. % de Remoción de la *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis* para Pb

	Dosis		Concentración final de Cd (mg/L)	% Remoción
	0 min	0g	< 0.01	0%
Caesalpinia spinosa	46 y 92 min	5g	< 0.01	96%
		10g	< 0.01	96%
		20g	< 0.01	96%
Lupinus mutabilis	46 y 92 min	5g	< 0.01	96%
		10g	< 0.01	96%
		20g	< 0.01	96%

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

El uso de las biomásas para adsorción de metales pesados tiene diferentes ventajas debido a que estas no necesitan la adición de diferentes nutrientes y son factibles al obtenerse. La adsorción de metales pesados es más efectiva por medio de tratamientos que permiten reconocer las condiciones de operación, el tiempo requerido y la dosis efectiva, de tal manera que se obtenga la eficiencia de cada una de las biomásas trabajadas en relación al cadmio y plomo.

El pH inicial de las muestras de agua es 4.93 unidades, durante la aplicación de *Caesalpinia spinosa* se obtiene que a más dosis (g) el pH aumenta, mientras que la relación de pH con la capacidad adsorbente es indirectamente proporcional. Los resultados obtenidos en esta investigación con un tiempo de 46 minutos para cadmio son: 5g de *Caesalpinia spinosa* con un pH 5.62 y una capacidad de adsorción de 0.00373 mg/g y 20g, pH 6.18 y capacidad de adsorción de 0.00096 mg/g. Mientras que para un tiempo de 96 minutos los resultados son: 5g de *Caesalpinia spinosa* con un pH 5.84 y una capacidad de adsorción de 0.0038 mg/g y 20g, pH 6.15 y capacidad de adsorción de 0.00098 mg/g. En cuanto al plomo se obtuvo el mismo comportamiento del pH, obteniéndose una capacidad de adsorción para 5g de 0.0000027 mg/g y 20 g 0.00000675 mg/g.

Al obtenerse que la capacidad de adsorción es indirectamente proporcional al pH, se encontró una similitud a los resultados obtenidos por Collantes (2019) con un descenso de pH de 4.5 a 3.25, a lo que se deduce que mientras más ácida sea la biomasa existirá mayor capacidad de adsorción. Esta variación según Soto (2017) se debe a la presencia de radicales aminos presentes en *Caesalpinia spinosa* lo que permite que esta biomasa se convierta en un agente quelante permitiendo que esté adsorbente presente un alto porcentaje de remoción mayor al 80%.

Durante la aplicación de *Lupinus mutabilis* se obtiene que a más dosis (g) el pH disminuye, mientras que la relación de pH con la capacidad adsorbente es indirectamente proporcional. Los resultados obtenidos en esta investigación con un tiempo de 46 minutos para cadmio son: 5g de *Lupinus mutabilis* con un pH 5.64 y una capacidad de adsorción de 0.00383 mg/g y 20g, pH 5.52 y capacidad de adsorción de 0.00098 mg/g. Mientras que para un tiempo de 96 minutos los

resultados son: 5g de *Lupinus mutabilis* con un pH 5.93 y una capacidad de adsorción de 0.00387 mg/g y 20g, pH 5.58 y capacidad de adsorción de 0.0010 mg/g. En cuanto al plomo se obtuvo el mismo comportamiento del pH, obteniéndose una capacidad de adsorción para 5g de 0.0000027 mg/g y 20 g 0.000000675 mg/g.

Para la biomasa de *Lupinus mutabilis* se muestra un pH entre el rango de 5.52 a 5.93 para la remoción de Cadmio y Plomo, obteniéndose que a mayor pH existe mayor capacidad de adsorción, con resultados parecidos a Flores (2019) obteniendo una condición óptima con un pH de 5 unidades. Esto se debe al alto porcentaje de Lupanina quien según Jarrin (2003) posee estructuras químicas que muestran la existencia de pares de electrones libres en los nitrógenos de los anillos heterocíclicos, en el caso del cadmio forma una estructura trigonal planar y en el plomo un tetraédrico.

Se analizó que para *Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis*, se debe trabajar con diferentes condiciones óptimas de pH debido a su composición y atracción de iónica, pues según Fernández (2018) se debe el pH afecta la solubilidad metálica o la activación de los grupos funcionales de la biomasa, por lo tanto la interacción de los cationes metálicos con los sitios de unión de la biomasa es muy sensible demostrándose que la el actuar de los pH en las diferentes biomasa es depende del sorbente y sorbato empleado.

El análisis en cuanto a la influencia del tiempo es directamente proporcional a la capacidad de adsorción, resultando que para ambas biomasa, la adsorción de cadmio y plomo en las aguas superficiales actúan similarmente, resaltando que para el *Lupinus mutabilis* en un tiempo 92 minutos obteniéndose una eficiencia máxima de 87.61% para cadmio mientras que para plomo se obtiene una eficiencia de 96% aproximadamente, en comparación con Argomedo (2019) y Vizcaino (2014) con diferentes biomasa, eficiencia de remoción aumenta en base al tiempo. Según Srivastava et al. (2015) afecta significativamente el proceso de adsorción. Además, el tiempo de contacto puede influir en la eficiencia económica del proceso, así como en la cinética de adsorción. Por lo tanto, el tiempo de contacto es otro factor que rige el rendimiento en el proceso de adsorción.

Para Izquierdo (2010) la adsorción de metales como cadmio y plomo normalmente se completa en un rango de tiempo reducido, debido a que se alcanza el equilibrio en poco tiempo (horas). Pues para Feng y Guo (2012) quienes estudiaron la influencia del tiempo de contacto, determinaron que 2h de tiempo de contacto es suficiente para asegurar que se alcanza el equilibrio.

El tiempo de contacto indirectamente proporcional con respecto a la dosis y directamente proporcional con la capacidad de adsorción, así mismo Vizcaino, Fuente y Gonzales (2017) afirma que existe una correlación positiva entre la cantidad de metal removido y el tiempo de contacto con la biomasa vegetal, es decir, a medida que se incrementa el tiempo de exposición aumenta la cantidad de metal eliminado. Pues según Ale et al. (2015) en su investigación llegó a resultados similares, pues al aumentar la dosis de biosorbente de 100 a 200 mg/L, la capacidad de adsorción disminuía de 64,4 a 45,9 deduciendo que se debe a un cambio en la densidad de los sitios de adsorción.

En la presente investigación se mostró con respecto a la capacidad de adsorción y el porcentaje de remoción, que mientras va disminuyendo la capacidad de adsorción en relación a las biomásas y a los metales, el porcentaje de remoción va aumentando, coincidiendo con Castro (2015), debido a que el adsorbente es el factor que limita el proceso en el caso de metales como plomo, es decir a mayor cantidad de adsorbente, obtiene una mayor adsorción. Para De la Cruz (2018), que trabajó con el bagazo de caña de azúcar activado con ácido fosfórico como adsorbente a diversas concentraciones influyó en el nivel de adsorción, obteniéndose un rendimiento de 93.25% para concentraciones de 80%.

A partir de ello se puede deducir que a mayor concentración de cadmio y plomo existe mayor eficiencia de los metales. En relación a los resultados de Mondragon (2018) la biosorción del Pb en mezclas no se ve afectada por la presencia de Cd²⁺ y Cu²⁺, por lo que fue el metal en el cual se obtuvo las mejores eficiencias de remoción en mezclas. La tendencia de adsorción observada en mezclas fue Pb > Cd > Cu al igual que los resultados obtenidos en la presente investigación.

VI. CONCLUSIONES

- La biomasa del *Lupinus mutabilis* presenta mayor eficiencia que la biomasa de *Caesalpinia spinosa* para la adsorción de cadmio y plomo con valores de remoción del 87.61% y de un 96% aprox. respectivamente.
- Las condiciones de operación para la adsorción eficiente de cadmio y plomo de la biomasa corresponden: para el *Lupinus mutabilis* un pH mayor a 5 unidades y para *Caesalpinia spinosa* un pH inferior a 5 unidades.
- El tiempo de contacto de las biomasa con las aguas superficiales de la quebrada Sinchao para la adsorción eficiente de cadmio y plomo corresponden a 96 minutos, obteniéndose valores de 87.61% y 96% respectivamente.
- La dosis óptima para la adsorción de cadmio y plomo corresponde a 20g de las biomasa con tamaño de partículas de 600 micras.

VII. RECOMENDACIONES

- Analizar la presencia de otros metales pesados presentes en las aguas superficiales, para descartar la interferencia en el proceso de adsorción en relación a la capacidad adsorbente de las biomásas trabajadas.
- Incrementar más repeticiones de dosis de las biomásas (*Caesalpinia spinosa* y *Lupinus mutabilis*), también al analizar las concentraciones de Cd y Pb solicitar que el resultado obtenga mínimo 5 dígitos para realizar el respectivo análisis y obtener una mayor confiabilidad de resultados.
- Utilizar otras biomásas naturales de la zona de estudio para posteriores investigaciones con la finalidad de investigar si poseen capacidad adsorbente para metales pesados en aguas superficiales.
- Realizar estudios de adsorción para cadmio y plomo para establecer procesos de descontaminación en aguas superficiales adyacentes a zonas mineras.

REFERENCIAS

1. AGUILAR, Luis. Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi, bajo condiciones de Otuzco-La Libertad. Tesis (Título de ingeniero agrónomo). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía, 2015, 95pp.

Disponible: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1626/F03-A9T.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

2. ALE, Neptalí, GARCÍA, Víctor, YIPMANTIN, Andrea, GUZMÁN, Enrique y MALSONADO, Holger. ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE BIOSORCIÓN DE PLOMO (II) EN ALGA *Ascophyllum Nodosum*. Soc Quím Perú. 81(3) 2015.

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000300003

ISSN: 1810-634X

3. ARGOMEDO, Estefany y CARBAJAL, Italo. Influencia del tamaño de partícula y tiempo de contacto de la borra de café en la remoción de Plomo II de efluente minero, Quiruvilca. Tesis (Ingeniero Ambiental). Trujillo: Universidad Privada de Norte, Carrera de ingeniería ambiental, 2019, 86pp.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21890>

4. Arias, Laura. Evaluación de la capacidad de remoción de CR (VI) en solución con una mezcla de cáscara de naranja y cáscara de banano como bioadsorbente. Tesis (Ingeniero ambiental). Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería, 2019, 129pp.

Disponible: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2111&context=ing_ambiental_sanitaria

5. BOŽIĆ, Dragana. Adsorption of heavy metal ions from aqueous solution using sawdust of deciduous trees as adsorbent. Tesis (Doctorado). Bor: Universidad de Belgrado, Facultad Técnica Bor, 2016, 119pp.

Disponible en: <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/8057>

6. BORJAS, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo: s.n. ,2012

Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>

7. BURAKOV, Alexander, GALUNIN, Evgeny, BURAKOVA, Irina, KUCHEROVA, Anastassia, SHILPI, Agarwal, TKACHEV, Alexey y GUPTA, Vinod. Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol.148, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.034>.

ISSN: 01476513

8. CASTRO, María. Minimización de riesgos para la salud por metales pesados en el agua de consumo humano [en línea]. Lima: DOCPLAYER. 2016 [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://docplayer.es/28224676-Maria-luisa-castro-de-esparza-consultora-ops.html>

9. CASTRO, 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 (Magister en impactos ambientales). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de arquitectura y urbanismo, 2015. 128pp.

Disponible: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano%20Dr.%20Castro.pdf>

10. COLLANTES, L. Capacidad Biosorbente de Plomo de la cáscara de naranja (Citrus sinensis (L.) Osbeck) y la vaina de taya Y (Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze). Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2019, 71pp.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3392>

11. CORNETERO, Moises y ROJAS, Katherine. Sistema colaborativo para mejorar el proceso de planificación operativa de eventos. Tesis (Titulo para

ingeniero de sistemas y computación). Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2015. 84pp.

12. COWLING, W., BUIRCHELL, B., TAPIA, M. LUPIN. Lupinus spp. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 23,” in Institute of Plant Genetics and Crop Plant Resources. Italy: Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1998.

13. DE LA CRUZ, Delmis. Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) activado con ácido fosfórico para la bioadsorción de plomo en las aguas del río Chillón - Puente Piedra, 2018. Tesis (Titulo para ingeniero) Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2018. 93pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20199/DeLaCruz_LD_DD.pdf?sequence=1

14. DUNCAN, Albert, VRIES,Nanne y BIRITWUM, Kwabena. Assessment of Heavy Metal Pollution in the Sediments of the River Pra and Its Tributaries. Water, Air, & Soil Pollution [en línea]. Agosto 2018. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3899-6>

15. ESPOSITO, A. PAGNANELLI, F. LODI, A. SOLISIO, C. VEGLIO, F. Biosorption of heavy metals by *Sphaerotilus natans*: an equilibrium study at different pH and biomass concentrations. Hydrometallurgy, [en línea]. Vol.60, 2001. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304386X0000195X>

ISSN: 0304386X

16. FERNÁNDEZ, Magda, CALZADO, Orlindes, CASCARET, Dannis y PEREZ, Rosa. Factores de mayor influencia en la adsorción de metales pesados por biomasa seca de *Kluyveromyces Marxianus* CCEBI 2011. [en línea]. Vol.38, 2018.

[Fecha de consulta: 05 de julio de 2021]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200011

17. FLORES, Maria. Capacidad de remoción de Cadmio mediante bioadsorbente de Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet), de las aguas del río San Antonio de Esquilache Puno. Tesis (Título de Ingeniero Sanitario y Ambiental). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, facultad de ingenierías y ciencias puras, 2019. 115pp.

Disponible en: <http://www.repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3174>

18. FLORIAN, Eleodoro. Morfología y biometría de la vaina y semilla de la “tara” (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) del valle de Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ciencias agrarias, 2020, 109pp.

Disponible: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3763/MORFOLOG%C3%8DA%20Y%20BIOMETR%C3%8DA%20DE%20LA%20VAINA%20Y%20SEMILLA%20DE%20LA%20%E2%80%9CTARA%E2%80%9D%20%28Caesalpinia%20spinosa%20%28Molina%29%20Kuntze%29%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. GRÁCIA, Sara. Fluoride and metal ions removal from water by adsorption on nanostructured materials. Tesis (Doctorado en Ingeniería ambiental y energética). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Química, 2017.176pp.

Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/180089>

20. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6ta.ed. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, 2014, 634pp. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 9781456223960

21. IFTEKHAR, Sidra. LAKSHMI, Deepika, SRIVASTAVA, Varsha, BILAL, Muhammad y SILLANPAA, Mika. Understanding the factors affecting the adsorption of Lanthanum using different adsorbents: A critical review. Chemosphere [en línea]. Vol.204, 2018. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518306957>

ISSN: 0045-6535

22. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos 2017. Disponible en:

<http://censo2017.inei.gob.pe/>

23. IZQUIERDO, Marta. Eliminación de metales pesados en aguas mediante bioadsorción. Evaluación de materiales y modelación del proceso. Tesis (Doctorado) Valencia: Universidad de Valencia, departamento de Ingeniería Química, 2010. Disponible en:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/52130/izquierdo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

24. JARRIN, Maria. Tratamiento del agua de desamargado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), proveniente de la planta piloto de la Estacion Santa Catalina INIAP. Tesis (Titulo en Bioquímica y Farmacia). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias, 2003. Disponible en:

<https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/353>

25. LARA, José, TEJADA, Candelaria, VILLABONA, Angel, ARRIETA, Alfonso y GRANADOS, Clemente. Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao. Revista Ion, [en línea]. Vol.29, N°2, Diciembre 2015. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en:

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/5988>

ISSN: 21458480

26. LUCAS, Mercedes, STODDARD, Frederick, ANNICCHIARICO, Paolo, FRIAS, Juana, MARTINEZ-VILLALUENGA, Cristina, SUSSMANN, Daniela, DURANTI, Marcello, SEGER, Alice, ZANDER, Peter y PUEYO, José. The future of lupin as a protein crop in Europe. *Front. Plant Sci* [en línea]. Vol.6, Setiembre 2015. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4561814/pdf/fpls-06-00705.pdf>

27. MONDRAGON, Cinthia. Efecto del pH en la biosorción de metales pesados (pb²⁺, cu²⁺, cd²⁺) en solución acuosa mediante los xantatos sintetizados a partir de desechos de cáscara de naranja. México: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de química, 2018.130pp. Disponible en:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95078/tesis%20de%20licenciatura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

28. MORÁN, Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de la investigación. México: Pearson Educación, 2010. 80pp.

Disponible en: <https://edupointvirtual.com/wp-content/uploads/2020/03/Metodos-de-Investigaci%C3%B3n-Moran-Gabriela.pdf>

ISBN: 9786074422191

29. MUHAMMAD, Hassan, VISHANDAS, Suthar, RIZWAN, Ahmad y MUNAZZA, Yousra. Biosorption of metal ions on lignocellulosic materials: batch and continuous-flow process studies. *Environ Monit Assess*, [en línea]. Vol.190, N°5, Abril 2018. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29667025/>

ISSN: 01866747

30. MUSTAPHA, S., SHUAIB, D., NDAMITSO, M., M., SUMAILA, A., MOHAMMED, U. y NASIRUDEEN, M. Adsorption isotherm, kinetic and thermodynamic studies for the removal of Pb(II), Cd(II), Zn(II) and Cu(II) ions from aqueous solutions using Albizia lebeck pods. *Applied Water Science* [en línea]. Junio 2019. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203446541>

ISSN: 21905487

31. OLIVA, Manuel, COLLAZOS, Roicer, CHUQUIBALA, Mervin, CHUQUIZUTA, Ilser y VIGO, Carmen. Caracterización morfológica de frutos y determinación del contenido de taninos en tara (*Caesalpinia spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze) en las principales zonas productoras de la región Amazonas. Revista INDES [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020]. Disponible: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/55/172>

ISSN: 23100664

32. Resolución Directoral N°01741-2019-OEFA/DFAI. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Perú, 2019.

Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=37630

33. Perú: El 70 % de los ríos no puede ser desviado para consumo de agua en la costa. [Mensaje en un blog]. LOPEZ, M., (28 octubre 2016). [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2016/10/rios-hidroelectricas-mineria-petroleo-mongabay/>

34. RCS N°193. Defensoría del pueblo, Lima, Perú, marzo de 2020. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N%C2%B0-193-marzo-2020.pdf>

35. REYES, Yulieth, VERGARA, Inés, TORRES, Omar, DIAZ, Mercedes y GONZALEZ, Edgar. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo [en línea]. Vol. 16, N°. 2, Julio-diciembre 2016. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096110>

ISSN: 24224324

36. SÁNCHEZ, Javier. Eliminación de Metales Pesados de Efluentes Líquidos por Adsorción en Materiales Naturales Residuales de Bajo Coste (Acículas de Pino).

Tesis (Doctorado en química). Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de ingeniería química, 2014. 263pp.

Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/41809>

37. SINGH, Neeta, GUPTA, DS. Adsorption of Heavy Metals: A Review. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Adsorption-of-Heavy-Metals%3A-A-Review-Singh-Gupta/33c734b391f17f35367d5a25fee13cd5797a19ad>

38. Soto, Junior. Estudio de la capacidad de adsorción de plomo por la biomasa de semillas de *Caesalpinia spinosa* en soluciones acuosas. Tesis (Título de Biólogo) Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, 2017. 88pp.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10831>

39. SRIVASTAVA, Varsha, SHARMA, Y. y SILLANPÄÄ, Mika. Green synthesis of magnesium oxide nanoflower and its application for the removal of divalent metallic species from synthetic wastewater. *Ceramics International* [en línea]. Vol. 41, N° 5, 2015. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].

Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884215001595>

ISSN: 67026709

40. TEJADA, Candelaria. VILLABONA, Angel y JIMENEZ, María. Remoción de cromo hexavalente sobre residuos de cacao pretratados químicamente. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* [en línea]. Vol. 20, N°1, Enero-junio 2017. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a16.pdf>

41. TEJADA, Candelaria. VILLABONA, Angel y GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógicas* [en línea]. Vol. 18, N°34, Enero-junio 2015. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>

ISSN: 01237799

42. TEJADA, Calendaria, VILLABONA, Angel y RUIZ, Erika. Remoción de Pb(II), Ni(II) y Cr(VI) en soluciones acuosas usando matrices modificadas químicamente. Prospect, [En línea].Vol. 12, N° 2, Diciembre 2014. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n2/v12n2a01.pdf>

43. VIZCAINO, Lissette y FUENTES, Natalia. Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna. Ciencia e ingeniería Neogrnadina [en línea]. Vol.25, p.43 – p.60, Setiembre – diciembre 2014. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n1/v25n1a04.pdf>

ISSN: 01248170

44. VISCAÍNO, Lissette., FUENTES, Natalia y GONZALES, Harold. ADSORPTION OF LEAD (II) WITH STEMS AND LEAVES OF Eichhornia crassipes IN AQUEOUS SOLUTION, 2017.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a21.pdf>

45. VALLADARES, Dayamí, MENDOZA, Dora ESTRADA,I. Evaluation of the adsorption capacity of the fungi trametes villosa residual from the removal process of the dye triactive navy pn2r. Centro Azúcar [en línea]. Vol. 43, N°3, 2016. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-the-adsorption-capacity-of-the-fungi-Estrada-Aguilar/d3d96510759a44c05996334079ba40e0ac928fcf>

46. VERASTEGUI, J. Estudio Taxonómico, Ecológico, Fitogenético y Manejo Agronómico de la Tara (Caesalpinia spinosa). Universidad Mayor de San Marcos. Vol. 1, N° 52, 1994.

47. XIE, Jie, LIN, Yan, LI, , Chunji, WU, Deyi y KONG, Hainan (2015). Removal and recovery of phosphate from water by activated aluminum oxide and lanthanum oxide. Powder Technolog [en línea]. Vol. 269, 2015. [Fecha de consulta:

15 de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032591014008122>

48. ZHANG, Lei, ZENG, Yuexian y CHENG, Zhengjun. Removal of heavy metal ions using chitosan and modified chitosan: a review. *Journal of Molecular Liquids* [en línea]. Vol. 214, 2016. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732215308801>
ISSN: 01677322

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V.I	Biomasa Lupinus Caesalpinia	Las semillas del tarwi están incluidas en número variable en una vaina de 5 a 12 cm y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden entre 0.5 a 1,5 cm. (FAO, 2009)	Las biomosas se medirá a través de sus condiciones de operación, el tiempo y la dosis adecuada	Condiciones de operación	pH	<5
		Sus frutos son vainas explanadas e idehiscentes de color naranja de 8cm a 10 c de largo y 2cm de ancho, contiene de 4 a 7 g de semilla redondeadas de 0.6 cm a 0.7 cm.		Tiempo	T1, T2	Horas
				Dosis	Tamaño de las partículas	g
					Peso	g/ml
V.D	Adsorción	La adsorción, es una operación de difusión en la que uno o as componentes en fase liquida o gaseosa se eliminan por medio de materiales porosos solidos llamados adsorbentes. (Bozic, 2016, p.12)	La eficiencia de la adsorción se medirá a través de su % de remoción, características fisicoquímicas y concentración de Pb y Cd	% de remoción	$E = \frac{S_0 - S}{S_0 * 100}$	%
				Características fisicoquímicas	Cadmio	mg/l
					Plomo	mg/l
					pH	Entre 5 y 8
					Turbidez	NTU
					Conductividad	US/C
					Temperatura	°C
				Concentración de Pb y Cd	C. inicial	mg/l
C. final	mg/l					

ANEXO 2: Validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO														
I. DATOS GENERALES:														
1.1 Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales														
1.2 Cargo e institución donde trabaja:														
1.3 Especialidad del validador:														
Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ficha de registro II: Ficha de observación para la recolección de la biomasa del "Lupinus mutabilis" y "Caesalpinia spinosa"														
"Título de Investigación: Eficiencia de adsorción de la biomasa del "Lupinus mutabilis" y "Caesalpinia spinosa", para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021.														
1.4 Autores de los Instrumentos: Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis														
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	Esta 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												<input checked="" type="checkbox"/>		
-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación												<input type="checkbox"/>		
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:														
												<input type="text" value="90%"/>		
Lima,17/11/del 2020														
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro CIP. 71998														

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales

1.2 Cargo e institución donde labora:

1.3 Especialidad del validador:

Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ficha de registro IV: Ficha de observación de las concentraciones finales de Cd y Pb

1.4 Título de Investigación: Eficiencia de adsorción de la biomasa del "Lupinus mutabilis" y "Caesalpinia spinosa", para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021

1.4 Autores de los Instrumentos: Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis

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	Esta 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

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

SI

90%

Lehna. ...17/11/.... del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.2 Cargo e institución donde labora:
- 1.3 Especialidad del validador:
Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Ficha de registro V: Ficha de eficiencia de adsorción
- 1.4 Título de Investigación: Eficiencia de adsorción de la biomasa del "Lupinus mutabilis" y "Caesalpinia spinosa", para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021.
- 1.5 Autores de los Instrumentos: Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis

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	Esta 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
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

SI

NO

90%

Lima,17/11/ del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- I.1** Apellidos y Nombres del validador: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO**
I.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
I.3 Especialidad del validador: **Hidrólogo Ambiental**
I.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro II: Ficha de observación para la recolección de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa***
I.5 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis**

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
 -Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 05447305

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad del validador: **Hidrólogo Ambiental**
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro IV: Ficha de observación de las concentraciones finales de Cd y Pb**
- 1.5 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis**

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
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

[Firma manuscrita]
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad del validador: **Hidrólogo Ambiental**
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro V: Ficha de eficiencia de adsorción**
- 1.5 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis**

1 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		

2 OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 06447300

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: **Castañeda Olivera Carlos Alberto**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad del validador: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro II: Ficha de observación para la recolección de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa***
 1.5 Título de Investigación: **Eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugar, Cajamarca 2021.**
 1.6 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales, Evelyn Lisseth / Mauricio Sosa, Luis Jheyson**

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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación Sí
 -Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación -

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de noviembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP- 130287
 RENACRY: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: **Castañeda Olivera Carlos Alberto**
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
 1.3 Especialidad del validador: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro IV: Ficha de observación de las concentraciones finales de Cd y Pb**
 1.5 Título de Investigación: **Eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lapinus luteus* y *Cassia sphenoloba*, para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021**
 1.6 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales, Evelyn Lisseth / Mauricio Sosa, Luis Jheyson**

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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 -Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

Si

No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de noviembre de 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: **Castañeda Olivera Carlos Alberto**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3 Especialidad del validador: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: **Ficha de registro V: Ficha de eficiencia de adsorción**
- 1.5 Título de Investigación: **Eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa*, para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021.**
- 1.6 Autores de los Instrumentos: **Gonzales Gonzales Evelyn y Mauricio Sosa Luis**

2 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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

3 OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Si

-

90%

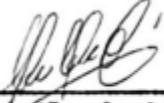
Lima, 25 de noviembre de 2020

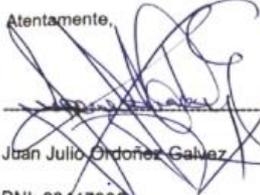

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0076275

ANEXO 3: Fichas para la recolección de datos

Ficha 2: Ficha de observación para la recolección de la biomasa del <i>Lupinus mutabilis</i> y <i>Caesalpinia spinosa</i>		
Título	Eficiencia de adsorción de la biomasa del <i>Lupinus mutabilis</i> y <i>Caesalpinia spinosa</i> para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur - Cajamarca 2021	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Responsables	Gonzales Gonzales Evelyn Lisseth	
	Mauricio Sosa Luis Jheyson	
Asesor	Jave Nakayo, Jorge Leonardo	
Indicadores	Biomasa de <i>Lupinus mutabilis</i>	Biomasa de <i>Caesalpinia spinosa</i>
Peso de la biomasa (gr)		
pH		
Tiempo de contacto (h)		
Granulometría (mm)		
Concentración (%)		
Eficiencia (%)		


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Ficha 4: Ficha de observación de las concentraciones final de Cd y Pb

Título	Eficiencia de adsorción de la biomasa del <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Lupinus mutabilis</i> para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur - Cajamarca 2021							
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales							
Responsables	Gonzales Gonzales Evelyn Lisseth							
	Mauricio Sosa Luis Jheyson							
Asesor	Jave Nakayo, Jorge Leonardo							
N° de Tratamientos			Parámetros fisicoquímicos				Concentración inicial del Cd	Concentración inicial del Pb
			pH	N.T.U	C.E	Temperatura		
Sin tratamiento								
120 RPM – 1min 80 RPM – 15 min 40 RPM – 30 min	5g	M1						
		M2						
		M3						
	10g	M1						
		M2						
		M3						
	20g	M1						
		M2						
		M3						
120 RPM – 2min 80 RPM – 30 min 40 RPM – 60 min	5g	M1						
		M2						
		M3						
	10g	M1						
		M2						
		M3						
	20g	M1						
		M2						
		M3						


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

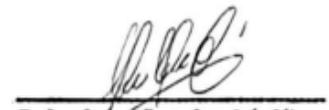

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Ficha 5: Ficha de eficiencia de adsorción

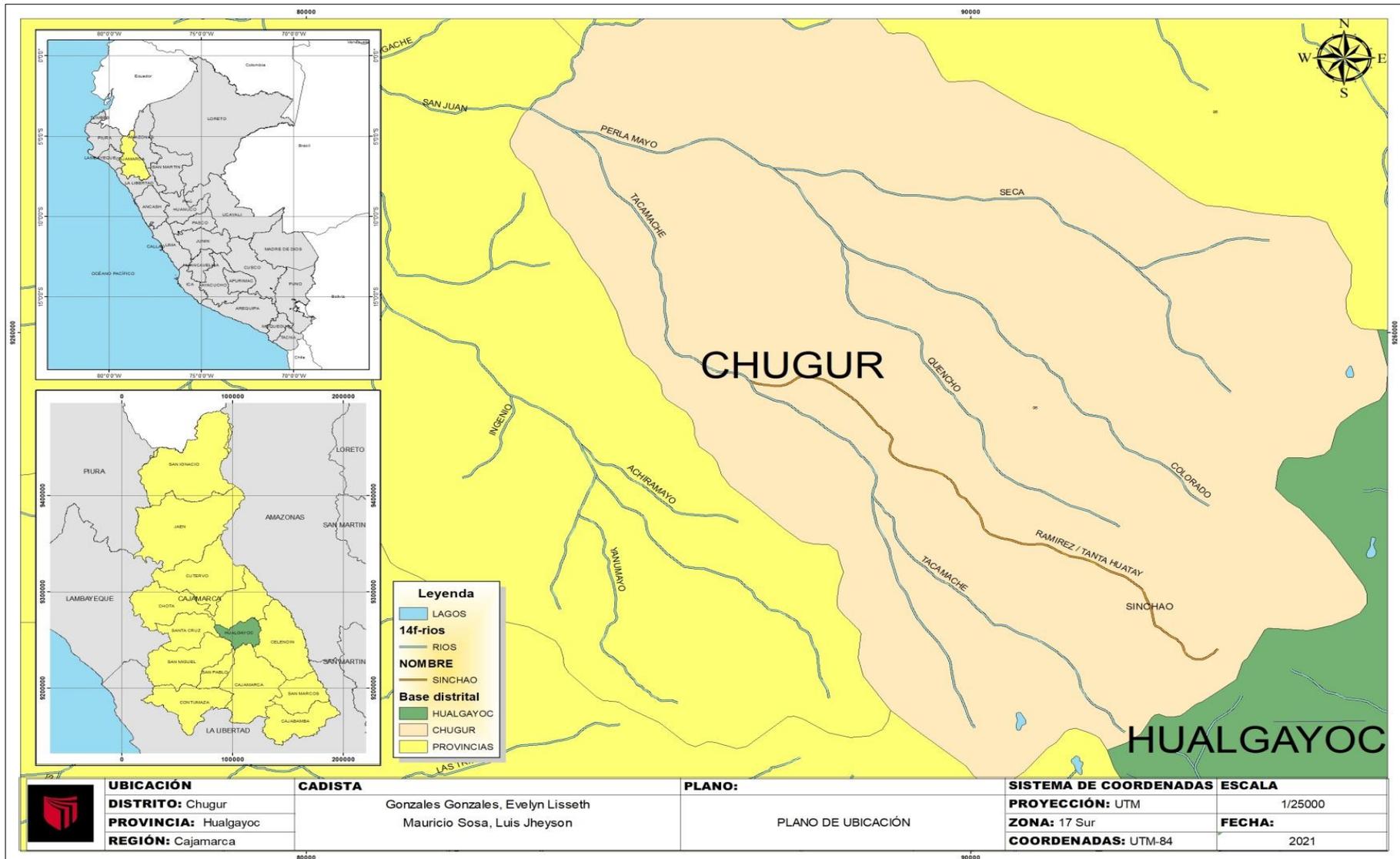
Título	Eficiencia de adsorción de la biomasa del <i>Lupinus mutabilis</i> y <i>Caesalpinia spinosa</i> para Cadmio y Plomo en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur - Cajamarca 2021				
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Responsables	Gonzales Gonzales Evelyn Lisseth				
	Mauricio Sosa Luis Jheyson				
Asesor	Jave Nakayo, Jorge Leonardo				
Biomasa	Muestra de tratamiento	Concentración inicial (mg/L)	Concentración final (mg/L)	Eficiencia de remoción (%)	Promedio de la eficiencia de remoción (%)
<i>Lupinus mutabilis</i>	T1D1				
	T1D2				
	T1D3				
	T2D1				
	T2D2				
	T2D3				
<i>Caesalpinia spinosa</i>	T1D1				
	T1D2				
	T1D3				
	T2D1				
	T2D2				
	T2D3				


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

ANEXO 4: Ubicación de la población



ANEXO 5: Fotos del procedimiento de la experimentación

Quebrada Sinchao



Recolección de las muestras de agua



Preservación y conservación de las muestras



Obtención de las biomásas



Pesaje de las semillas



Secado de las biomasa

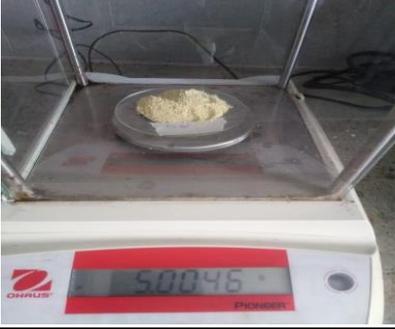
Tamizaje



Empaquetado de las biomazas

Caracterización de las biomazas



Pesaje de la biomasa tamizadas	
<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Lupinus mutabilis</i>
	
Biomasa al interior de los vasos precipitados para la prueba de jarras	
	
Proceso de adsorción mediante el metodo de jarras	
	
Uso del turbidimetro de laboratorio para la obtención de la turbidez	
	
Análisis de las aguas con el multiparametro	
	

ANEXO 6: Caracterización de la Biomasa

<i>Lupinus mutabilis</i>	
Características	Resultados
Porosidad	33 %
Humedad	9.56%
Peso	500g
Granulometría	600 µm
pH	6.14
Temperatura	22.4°C
Color	Blanco opaco
<i>Caesalpinia spinosa</i>	
Características	Resultados
Porosidad	36 %
Humedad	14.54%
Peso	500g
Granulometría	600 µm
pH	6.77
Temperatura	22.3 °C
Color	Negro rojizo

ANEXO 7: Resultados del pH obtenidos en el laboratorio

pH				
Tiempo	Dosis	Muestra	<i>Lupinus mutabilis</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>
46 min	5g	T1-M1-R1	5.65	5.6
		T1-M1-R2	5.63	5.62
		T1-M1-R3	5.63	5.65
	10g	T1-M1-R1	5.61	5.87
		T1-M1-R2	5.58	5.91
		T1-M1-R3	5.58	5.91
	20g	T1-M1-R1	5.57	6.13
		T1-M1-R2	5.48	6.18
		T1-M1-R3	5.51	6.22
92 min	5g	T2-M1-R1	5.61	5.85
		T2-M1-R2	5.59	5.84
		T2-M1-R3	6.59	5.83
	10g	T2-M1-R1	5.85	5.91
		T2-M1-R2	5.88	5.88
		T2-M1-R3	5.88	5.88
	20g	T2-M1-R1	5.55	6.15
		T2-M1-R2	5.61	6.18
		T2-M1-R3	5.58	6.11

ANEXO 8: Resultados de la turbidez obtenidos en el laboratorio

Turbidez N.T.U				
Tiempo	Dosis	Muestra	<i>Lupinus mutabilis</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>
46 min	5g	T1-M1-R1	77.5	63.9
		T1-M1-R2	77.3	60.7
		T1-M1-R3	77.8	60.7
	10g	T1-M1-R1	174	291
		T1-M1-R2	174	288
		T1-M1-R3	171	291
	20g	T1-M1-R1	213	376
		T1-M1-R2	213	371
		T1-M1-R3	218	371
92 min	5g	T2-M1-R1	79.8	75.1
		T2-M1-R2	81.2	76.2
		T2-M1-R3	81.2	76.2
	10g	T2-M1-R1	176	302
		T2-M1-R2	176	311
		T2-M1-R3	178	302
	20g	T2-M1-R1	235	389
		T2-M1-R2	237	381
		T2-M1-R3	231	381

ANEXO 9: Resultados de la temperatura obtenidos en el laboratorio

Temperatura (°C)				
Tiempo	Dosis	Muestra	<i>Lupinus mutabilis</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>
T1	5g	T1-M1-R1	21.9	21.3
		T1-M1-R2	21.9	21.3
		T1-M1-R3	21.9	21.3
	10g	T1-M1-R1	21.9	21.7
		T1-M1-R2	21.9	21.7
		T1-M1-R3	21.9	21.7
	20g	T1-M1-R1	21.8	21.7
		T1-M1-R2	21.8	21.7
		T1-M1-R3	21.8	21.7
T2	5g	T2-M1-R1	21.8	21.1
		T2-M1-R2	21.8	21.1
		T2-M1-R3	21.8	21.1
	10g	T2-M1-R1	21.9	21.9
		T2-M1-R2	21.9	21.9
		T2-M1-R3	21.9	21.9
	20g	T2-M1-R1	21.9	21.9
		T2-M1-R2	21.9	21.9
		T2-M1-R3	21.9	21.9

ANEXO 10: Informes del laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-099



INFORME DE ENSAYO N° 000068209 SUSTITUYE AL INFORME DE ENSAYO N° 000066691

CLIENTE: MAURICIO SOSA LUIS JHEYSON – EVELYN LISSETH GONZALES
DOMICILIO LEGAL: ASOC. AVIDUNI MZ A LT 22 (AN-1
REFERENCIA CLIENTE: AN-1
CÓDIGO TYPESA: 000061231
MATRIZ: Agua natural. Agua superficial - Río
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006432
 Aproximadamente 500 ml de Muestra (Agua Natural. Agua Superficial).
 SSA N° 0320/2021
 Nombre del Proyecto: "Eficiencia de adsorción de la biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa* para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021".
 Tomada por el cliente
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:9258594.81 / E:756321.98 QUEBRADA SINCHAO - CHUGUR - HUALGAYO - CAJAMARCA.
FECHA DE TOMA: 11/05/2021 08:30:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 13/05/2021
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 13/05/2021 - 9/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cadmio total	mg/L	0.046	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	0.002
Piomo total	mg/L	0.02	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 23rd Ed. 2017	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	0.01

Callao, 9 de Junio de 2021



Fdo. Vanessa León Legua
 Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía
 CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación; L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typesa.com

MC2301-1

1/1

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106029

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Aviduni Mz. A Lt. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 5g Lupinus mutabilis con un tiempo (T_i)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

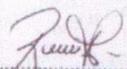
Código de Laboratorio:	2106029-1	2106029-2	2106029-3		
Estación de Muestreo:	T1-M1-R3	T1-M1-R2	T1-M1-R1		
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01		
Hora:	08:30	08:30	08:30		
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado	
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,007	0,008
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct
 Cadmio, Plomo: Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106030

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN - MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Aviduni Mz. A Ll. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur -Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 10g Lupinus mutabilis con un tiempo (T₁)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

Código de Laboratorio:	2106030-1	2106030-2	2106030-3	
Estación de Muestreo:	T1-M1-R1	T1-M1-R2	T1-M1-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,007
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Cadmio, Plomo: SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.



RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CUP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106031

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Lt. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia Spinosa* para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 5g *Lupinus mutabilis* con un tiempo (T.)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

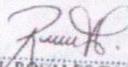
Código de Laboratorio:	2106031-1	2106031-2	2106031-3	
Estación de Muestreo:	T1-M1-R1	T2-M1-R2	T3-M1-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,006 0,007
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01 < 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017 Nitric Acid Digestion / Direct
 Cadmio, Plomo: Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 309612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Hidrolab Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

Av. Carretera Central Km 9.3 Mz "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
 Telef: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / contacto@hidrolab.pe

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO Nº LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO Nº 2106032

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Lt. 22
Producto : Agua Natural
Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
Referencia del plan de muestreo : Tratamiento aplicado: Agua tratada en 5g Lupinus mutabilis con un tiempo (T₂)
Procedimiento de muestreo : No Aplica
Fecha de recepción de las muestras : No Aplica
Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

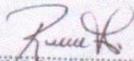
Código de Laboratorio:	2106032-1	2106032-2	2106032-3	
Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,007
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct
Cadmio, Plomo: Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


RAQUEL ROSALES TORRES
SUB GERENTE DE LA CALIDAD
CIP Nº 209612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Hidrolab Perú S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106033

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A LL 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Referencia del plan de muestreo : Tratamiento aplicado: Agua tratada en 10g Lupinus mutabilis con un tiempo (T₂)
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

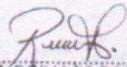
	Código de Laboratorio:	2106033-1	2106033-2	2106033-3
	Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3
	Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01
	Hora:	08:30	08:30	08:30
	Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,007
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRE
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106034

Cliente	: GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
Domicilio legal	: Asoc. Avidani Mz. A Lt. 22
Producto	: Agua Natural
Referencia del cliente	: "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
Procedencia de las muestras	: Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca. Tratamiento aplicado: Agua tratada en 20g Lupinus mutabilis con un tiempo (T ₂)
Referencia del plan de muestreo	: No Aplica
Procedimiento de muestreo	: No Aplica
Fecha de recepción de las muestras	: 2021/06/07
Fecha de inicio del ensayo	: 2021/06/07
Fecha de término del ensayo	: 2021/06/14

Código de Laboratorio:	2106034-1	2106034-2	2106034-3
Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01
Hora:	08:30	08:30	08:30
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial

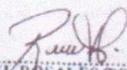
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,006
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct
Cadmio, Plomo: Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.



RAQUEL ROSALES TORRES
SUBGERENTE DE LA CALIDAD
CIP N° 209612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Hidrolab Perú S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

Av. Carretera Central Km 9,3 Mz "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
Telef: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / contacto@hidrolab.pe

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077**

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106035

Cliente	: GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
Domicilio legal	: Asoc. Aviduni Mz. A Lt. 22
Producto	: Agua Natural
Referencia del cliente	: "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
Procedencia de las muestras	: Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca. Tratamiento aplicado: Agua tratada en 5g Caesalpinia spinosa con un tiempo (T.)
Referencia del plan de muestreo	: No Aplica
Procedimiento de muestreo	: No Aplica
Fecha de recepción de las muestras	: 2021/06/07
Fecha de inicio del ensayo	: 2021/06/07
Fecha de término del ensayo	: 2021/06/14

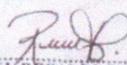
	Código de Laboratorio:	2106035-1	2106035-2	2106035-3
	Estación de Muestreo:	T1-M1-R1	T1-M1-R2	T1-M1-R3
	Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01
	Hora:	08:30	08:30	08:30
	Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,009
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Hidrolab Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

Av. Carretera Central Km 9.3 Mz "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
 Telef: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / contacto@hidrolab.pe

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106036

Cliete : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Ll. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia Spinosa* para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 10g *Caesalpinia spinosa* con un tiempo (T₁)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

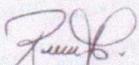
Código de Laboratorio:	2106036-1	2106036-2	2106036-3	
Estación de Muestreo:	T1-M1-R1	T1-M1-R2	T1-M1-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,008
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106037

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Lt. 22
Producto : Agua Natural
Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
Referencia del plan de muestreo : Tratamiento aplicado: Agua tratada en 20g Caesalpinia spinosa con un tiempo (T₁)
Procedimiento de muestreo : No Aplica
Fecha de recepción de las muestras : No Aplica
Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

Código de Laboratorio:	2106037-1	2106037-2	2106037-3	
Estación de Muestreo:	T1-M1-R1	T1-M1-R2	T1-M1-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,008
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

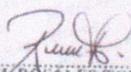
Ensayo: Descripción del Método de Referencia:

Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o emienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


RAQUEL ROSALES TORRES
SUB GERENTE DE LA CALIDAD
CIP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106038

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Ll. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Procedimiento de muestreo : Tratamiento aplicado: Agua tratada en 5g Caesalpinia spinosa con un tiempo (T₂)
 Fecha de recepción de las muestras : No Aplica
 Fecha de inicio del ensayo : No Aplica
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/07
 : 2021/06/07
 : 2021/06/14

Código de Laboratorio:	2106038-1	2106038-2	2106038-3	
Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,008
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

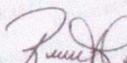
Ensayo: Descripción del Método de Referencia:

Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017, Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209612

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106039

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Aviduni Mz. A Lt. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 10g Caesalpinia spinosa con un tiempo (T₂)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

Código de Laboratorio:	2106039-1	2106039-2	2106039-3	
Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,008
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

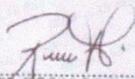
Ensayo: Descripción del Método de Referencia:

Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SU GERENTE DE CALIDAD
 C.I.P. N° 206673

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 2106040

Cliente : GONZALES GONZALES EVELYN – MAURICIO SOSA JHEYSON
 Domicilio legal : Asoc. Avidum Mz. A Lt. 22
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : "Eficiencia de Adsorción de Biomasa de Lupinus mutabilis y Caesalpinia Spinosa para Cd y Pb en las aguas de la quebrada Sinchao"
 Procedencia de las muestras : Muestras enviadas por el cliente indicando lugar de muestreo: Quebrada Sinchao Chungur – Cajamarca.
 Tratamiento aplicado: Agua tratada en 20g Caesalpinia spinosa con un tiempo (T₂)
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica
 Procedimiento de muestreo : No Aplica
 Fecha de recepción de las muestras : 2021/06/07
 Fecha de inicio del ensayo : 2021/06/07
 Fecha de término del ensayo : 2021/06/14

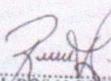
Código de Laboratorio:	2106040-1	2106040-2	2106040-3	
Estación de Muestreo:	T2-M2-R1	T2-M2-R2	T2-M2-R3	
Fecha de Muestreo:	2021/06/01	2021/06/01	2021/06/01	
Hora:	08:30	08:30	08:30	
Tipo de muestra:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Ensayo	L.D.M.	L.C.M.	Unidad	Resultado
Cadmio total (Cd)	0,002	0,009	mg/L	0,006
Plomo total (Pb)	0,01	0,03	mg/L	< 0,01

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Cadmio, Plomo: SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111B, 23rd Ed. 2017.Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido como un nuevo documento haciendo referencia al anterior.
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- El laboratorio se declara libre de toda responsabilidad cuando la información y muestra sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron.

Lima, 15 de junio del 2021.


 RAQUEL ROSALES TORRES
 SUB GERENTE DE LA CALIDAD
 CIP N° 209642

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Hidrolab Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

Av. Carretera Central Km 9.3 Mz "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
 Telef: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: eldo.olaya@hidrolab.pe / contacto@hidrolab.pe