



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BIOSORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO CON LA TUSA DE MAÍZ (*Zea mays*. L.),
EN LAS AGUAS DEL RÍO RÍMAC- ZONA DE CORCONA, HUAROCHIRÍ**

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

AUTOR:

SANCHEZ QUISPE JOYCE MELANNY

ASESOR:

Dr. JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA, PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) Jorge Nakayo Sandra G. Guape
cuyo título es: Biotecnología de plomo y cadmio con la
hiza de maíz (Zea mays L.) en las aguas del
Pso Pimac - Zona de Tarma, Huancayo.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número)
Castro (letras).

Los Olivos 16 de Julio del 20...



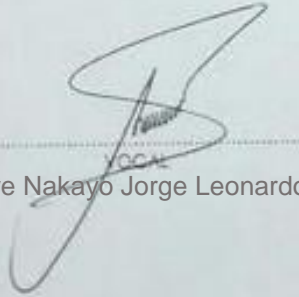
PRESIDENTE

Dr. Jiménez Calderón Cesar



SECRETARIO

Mg. Cermeño Castromonte Cecilia



Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo



Batallón

Dirección de
Investigación

Revisó



Director Regional del USC



Coordinador
de Investigación

DEDICATORIA

A Dios porque gracias él he logrado concluir satisfactoriamente mi carrera, por brindarme siempre su protección, por permitirme cumplir este sueño anhelado y por otorgarme una familia maravillosa.

A mis padres, porque siempre estuvieron brindándome su apoyo y sus consejos para ser una mejor persona, y fomentarme el deseo de superación y de triunfo en la vida.

A mis hermanos, porque siempre estuvieron acompañándome en las actividades de mi desarrollo de tesis.

A mis abuelitos, por su afecto y cariño hacia mi persona

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida profesional, que no ha sido tan sencillo, pero con esfuerzo y dedicación lo he logrado. A mi familia, por su apoyo incondicional en cada decisión que he tomado, por motivarme siempre a seguir adelante y por haberme proporcionado una mejor educación, gracias a ellos estoy culminando con éxito mi proyecto de tesis.

Agradezco también a la Universidad Cesar Vallejo por brindarme a excelentes maestros que supieron transmitir sus diversos conocimientos en cuanto a mi profesión.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Joyce Melanny Sanchez Quispe con DNI N° 77164589, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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



Joyce Melanny Sanchez Quispe

Lima 22 de junio del 2018

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes la Tesis titulada “Biosorción de plomo y cadmio con la tuza de maíz amarillo (*Zea mays L.*) en las aguas del Río Rímac, Zona de Corcona, Huarochirí “, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental.

Joyce Melanny Sanchez Quispe

DNI N° 77164589

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	IV
PRESENTACION	V
INDICE GENERAL	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VII
i. Introducción	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos Previos	3
1.3. Teorías Relacionadas Al Tema	7
1.4. Formulación Del Problema	15
1.4.1. Problema General	15
1.4.2. Problemas Específicos	15
1.5. Justificación.....	16
1.6. Hipótesis	17
1.6.1. Hipótesis General.....	17
1.6.2. Hipótesis Especificas	17
1.7. Objetivos	17
1.7.1. Objetivo General	17
1.7.2. Objetivos Específicos	17
ii. Método.....	18
2.1. Diseño De Investigación	19
2.2 Variable Operacionalización	19
2.2.1. Identificación De Las Variables.....	19
2.3. Población Y Muestra	21
2.3.1. Población	21
2.3.2. Muestra.....	21
2.3.2. Muestreo	25

2.4.	Técnicas De Instrumentos De Recolección De Datos, Validez Y Confiabilidad	25
2.4.1.	Técnicas De Recolección De Datos.....	25
2.4.2.	Instrumentos De Recolección De Datos.....	26
2.4.3.	Validez Y Confiabilidad De Los Instrumentos.....	27
2.5.	Métodos De Análisis De Datos.....	27
2.6.	Aspectos Éticos.....	28
2.7.	Diagrama De Flujo De La Metodología	29
2.8.2.	Procedimiento en el laboratorio.....	34
III.	RESULTADOS	45
3.4.	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	70
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
V.	CONCLUSIÓN.....	82
VI.	RECOMENDACIONES.....	84
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
VIII.	ANEXO	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías convencionales para la eliminación de metales en efluentes.....	13
Tabla 2. Taxonomía del Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	14
Tabla 3. Identificación de las variables	19
Tabla 4. Ficha de registro de Campo	21
Tabla 5. Ficha de registro de la toma de muestra	25
<i>Tabla 6. Tamaños seleccionados de la tuza de maíz</i>	<i>33</i>
Tabla 7. Grado de Concentración de Plomo y Cadmio en el Río Rímac ..	46
Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos del Río Rímac.....	46
Tabla 9. Características fisicoquímica de la tusa de maíz	47
Tabla 10. Humedad del biosorbente.....	47
Tabla 11. Análisis de Pb después del tratamiento 1	52
Tabla 12. Análisis de Pb después del tratamiento 2	53
Tabla 13. Análisis de Pb después del tratamiento 3	54
Tabla 14. Análisis de Pb después del tratamiento 4.....	55
Tabla 15. Análisis de Cd después del tratamiento 1.....	57
Tabla 16. Análisis de Cd después del tratamiento 2	58
Tabla 17. Análisis de Cd después del tratamiento 3.....	59
Tabla 18. Análisis de Cd después del tratamiento 4.....	60
Tabla 19. Peso del biosorbente en malla +1.00	62
<i>Tabla 20. Peso del biosorbente en malla +0.425 mm</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 21. Peso del biosorbente en malla +0.3 mm</i>	<i>62</i>
Tabla 22. Peso del biosorbente en malla -0.3 mm	62
Tabla 23. Capacidad de biosorción del Plomo (Pb)	64
Tabla 24. Capacidad de biosorción del Cadmio (Cd)	65
Tabla 25. Remoción de Plomo (Pb) en diferente granulometría	66
Tabla 26. Remoción de Cadmio (Cd) en diferente granulometría	68

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Concentración de Pb(mg/L) después de T1.....	53
Gráfico 2. Concentración de Pb(mg/L) después de T2.....	54
Gráfico 3. Concentración de Pb(mg/L) después de T3	55
Gráfico 4. Concentración de Pb(mg/L) después de T4.....	56
Gráfico 5. Concentración de Pb respecto al tiempo en los 04 tratamientos	56
Gráfico 6. Concentración de Cd(mg/L) después de T1	58
Gráfico 7. Concentración de Cd(mg/L) después de T2.....	59
Gráfico 8. Concentración de Cd(mg/L) después de T3	60
Gráfico 9. Concentración de Cd(mg/L) después de T4	61
Gráfico 10. Concentración de Cd respecto al tiempo en los 04 tratamientos	61
Gráfico 11. Relación de % de remoción en Pb con la granulometría	67
Gráfico 12. Relación de % de remoción en Pb con el tiempo de contacto	67
Gráfico 13. Relación del %de remoción de Cd y granulometría	69
Gráfico 14. Relación del %de remoción de Cd y la hora de contacto	69
Gráfico 15.. Probabilidad de Concentración final de Cd	71
Gráfico 16.. Concentración final de Pb	72
Gráfico 17. Probabilidad de % de remoción de Cd	73
Gráfico 18. Probabilidad de % de remoción de Pb	74
Gráfico 19. Prueba T pareada de la concentración inicial y final de Cd	76
Gráfico 20. Prueba T pareada de Concentración inicial y final de Pb.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bioacumulación de metales pesados.....	10
Figura 2. Bioadsorción de metales pesados	10
Figura 3. Maíz	14
Figura 4. Equipo de protección personal	23
Figura 5. Lavado del envase de plástico.....	23
Figura 6. Toma de muestra del RRC	24
Figura 7. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ	24
Figura 8. Proceso de la preparación de la biomasa Tusa del Maíz.....	30
Figura 9. Chancado de la Tusa de maíz	31
Figura 10. Lavado de la tusa de maíz.....	31
Figura 11. Recojo de la tusa de maíz.....	32
Figura 12. Secado de la Tusa de maíz.....	32
Figura 13. Colocación de la tusa de maíz en la estufa	32
Figura 14. Secado de la tusa de maíz en la estufa	32
Figura 15. Molienda de la tusa de maíz.....	33
Figura 16. Desarrollo del Oxígeno Disuelto en el laboratorio	35
Figura 17. Desarrollo de la Demanda Química del oxígeno	36

RESUMEN

La biosorción de Pb y Cd empleando materiales orgánicos resulta ser un tratamiento muy accesible y afectuoso, ya que cada material biosorbente se puede conseguir fácilmente y además poseen propiedades capaces de absorber iones metálicos.

En esta investigación, se estudió la biosorción como proceso para la remoción de las concentraciones del Pb y Cd en las aguas del río Rímac utilizando la tusa de maíz. Estos metales son provenientes de la presencia de los relaves mineros de la Zona de Tamboraque, y el arrojamiento de desechos en los ríos por parte de la población.

Se realizó un estudio para la determinación del tamaño óptimo de la tusa de maíz en un tiempo de contacto de 12, 24, 36 y 48 horas, con el fin de demostrar la capacidad de remoción de la biosorción de la tusa de maíz.

Los resultados a condiciones de tamaño de partícula de la tusa de maíz la más óptima fue la malla +1.00 mm, dando valores de concentración de ambos metales por debajo de los estándares calidad ambiental (ECA). Logrando una remoción de 60.33% en un tiempo de contacto de 36 horas para Pb y 75 % en Cd, en un tiempo de contacto de 12 horas.

Palabras claves: Biosorción; tusa de maíz; tamaño de partícula;

ABSTRACT

The biosorption of Pb and Cd using organic materials turns out to be a very accessible treatment, as each biosorbent material can be easily achieved and also possess properties capable of absorbing metal ions.

In this research, Biosorption was studied as a process for the removal of Pb and Cd concentrations in the waters of the Rímac River using corn Cob. These metals are derived from the presence of the mining tailings of the Tamboraque area, and the dumping of waste in the rivers by the population.

A study was conducted to determine the optimum size of corn cob in a contact time of 12, 24, 36 and 48 hours, in order to demonstrate the ability to remove the biosorption of corn cob at a time and in an optimal size.

The results at particle size conditions of maize tusa were the most optimal mesh 1.00 mm, with concentration values of both metals below the environmental quality standards (EQS). Achieving a removal of 60.33% in a contact time of 36 hours for Pb and 75% on Cd, in a contact time of 12 hours.

Keywords: Biosorption; corn cob; particle size.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el Perú, el mayor problema es la contaminación del agua, causada por el incremento de industrias, por el arrojamiento de los residuos sólidos en las riberas y la desproporcionada expansión de la población. Sin embargo, existen reportes de estudios del Río Rímac con niveles altos de concentraciones de metales pesados como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd) lo que se considera particularmente importante, pues muchos de nuestra población se abastecen directamente de ellas y además estos metales presentes en el agua causan severos daños a la vida acuática.

Los ingresos de estos metales a nuestros organismos son de alta toxicidad y no pueden ser eliminados con facilidad, lo que origina daños en los diferentes órganos de almacenamientos, que con el tiempo puede llevar a desarrollar algunos tipos de enfermedades como es el cáncer y afecciones hepáticas e incluso hasta la muerte. Así mismo se hace mención que las industrias utilizan grandes cantidades de sustancias peligrosas y dañan al medio ambiente (ALBARRACIN, 2014).

En el río Rímac ubicado en el centro poblado de Corcona, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, provincia de Huarochirí presentan niveles altos de concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd), con un 0.121 mg/L en Pb y 0.012 mg/L en Cd, según los estándares de calidad del agua (ECA) estos niveles sobrepasan al límite permitido.

La contaminación en las aguas del río Rímac de la zona de Corcona están ocasionado por pequeñas minerías informales, provenientes de los relaves mineros de la zona de Tamboraque, asimismo en las riberas del río presentan grandes desechos mineros como rocas contaminadas con metales pesados, y también se presenciaron grandes desechos de residuos sólidos domésticos como empaques de galletas, bolsas de supermercados, botellas de plásticos, etc.

De tal manera no cuentan con la capacidad económica, ni técnica para implementar algún tipo de tratamiento en el agua, y para estos casos es necesario la elaboración de tecnologías ambientales con un bajo costo y simple en la aplicación, y así mejorar la calidad del agua.

1.2. Trabajos Previos

GARABOTO, et. al. (2015) en su artículo “**Biosorción de cadmio y plomo en solución con lenteja de agua (*Lemna obscura*) inmovilizada en Silica**”, determinó la capacidad de biosorción de metales pesados como cadmio y plomo empleando *Lemna obscura* en una función de tamaño de biomasa que fue inmovilizada y en tiempo de contacto en solución, mediante un diseño experimental a partir de tres réplicas. En donde utilizó la metodología de espectrofotométrico UV-Vis con Ditzona y la técnica de Fluorescencia de Rayos X, con el fin de determinar las concentraciones de los metales presentes. Logrando remover en 30 min con el biomaterial de mayor tamaño en 95.44% para el Cadmio y 98.46% de plomo.

LARA, et. al. (2016) en su investigación “**Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao**” demostró la función de la cascara de cacao como material adsorbente de metales pesados. Su objetivo es el tratamiento de aguas residuales mediante estos residuos, determinando el efecto de la altura de lecho en la remoción de los contaminantes metálicos. Realizó la adsorción atómica para la medir las concentraciones de los iones metálicos en solución acuosa, y para predecir el comportamiento del lecho utilizaron modelos matemáticos. En cuanto al resultado de las pruebas de adsorción presentaron una remoción de 91.32% de Pb y 87,80% de Cd en un tiempo de 4.5 h.

MARRUGO, et. al (2013). En su investigación “**Biosorción simultanea de plomo y cadmio en solución acuosa por biomasa de hongos *Penicillium sp***”, cuyo objetivo de su investigación es evaluar la capacidad de remoción de plomo y cadmio con hongos en soluciones acuosas, y a su vez determinar los factores influyentes en las variables. Analizando con modelos matemáticos como las isotermas en modelo Freundlich y Langmuir, verificando la adsorción a través de un análisis infrarrojo con el propósito de que se pueda dar un uso en el saneamiento de las aguas residuales. Dando un resultado de remoción de 92,4% en plomo y 80% de Cadmio. Y respecto a la isotermas, el modelo Langmuir fue el más se ajustó a la metodología. Por ultimo concluye que los hongos tienen un potencial

biosorbente de metales pesados y estas podrían ser utilizadas ya que son rentable y fáciles de cultivar.

Según **ORÉ, LAVADO Y BENDEZÚ (2015)** en su investigación **“Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays L.*)** demostró la capacidad de remoción del contaminante de efluentes mineros mediante un sistema Batch utilizando el marlo de maíz, ajustándose con tres modelos matemáticos para determinar los parámetros cinéticos y modelos de isotermas para determinar la capacidad máxima de saturación. Su objetivo principal se basó en estudiar la posibilidad de que se pueda regenerar el metal y aplicarse en el tratamiento de aguas de los efluentes mineros ya que son altamente tóxicos para la salud humana y medio ambiente. Logrando una remoción de 97.5 de Pb (III) en los drenajes de mina.

Según **SÁNCHEZ (2016)** en su tesis **“Biosorción en tanque agitado de Cd⁺² y Pb⁺² con cáscara de cacao”** demostró remover la mayor cantidad de iones metálicos de los contaminantes tóxicos presentes en los efluentes mineros mediante el uso de la cáscara de cacao. Su objetivo general es tratar los efluentes mineros a través del proceso biosorción con modelos matemáticos e isotérmicos, de tal forma que determino las características fisicoquímicas de biosorbente, logrando remover 86,92% en cadmio y en plomo 96,74%, y en el biosorbente dando resultando de presentar compuestos por grupos alifáticos. Finalmente afirma que el biosorbente es una materia eficiente y capaz de remover iones metálicos, pues también asegura que la biosorción es una tecnología limpia para tratar efluentes mineros.

Según **TEJADA, HERRERA Y NÚÑEZ (2016)** en su tesis **“Remoción de plomo por biomasa residual de cascara de naranja (*Sitrus sinenses*) y zuro de maíz (*Zea mays*)”** demostró la capacidad de remoción de grandes porcentajes de iones metálicos a través de un proceso de adsorción utilizando biomasa como el zuro de maíz y la cascara de naranja. Tiene como objetivo general remover las cantidades de concentración de Plomo en aguas residuales industriales. Efectuó una comparación entre las biomasa usadas en el presente trabajo, cambiando el

tamaño de partícula y el pH, con el propósito de determinar la adsorción en su mejor condición, a modo que utilizaron modelos matemáticos para descripción de la cinética de adsorción de Pb, siendo el modelo de pseudo primer orden quien se ajustó a la cinética de adsorción. Como resultado encontraron que las biomásas utilizadas, manifestaron contener mayor capacidad de adsorción a condiciones de tamaño de partícula de 0.5mm, en el caso del zuro de maíz y 1mm en la cascara de naranja, a un pH de 6, con valores de remoción de 67.5% y 99.2% respectivamente logrando así mayor eficiencia en la remoción de Pb.

TEJADA, HERRERA Y NÚÑEZ (2015) en su artículo **“Adsorción competitiva de Ni (II) y Pb (III) sobre materiales residuales lignocelulósicos”** demostró la remoción de níquel y plomo a través de dos materiales biosorbentes: la tusa de maíz y la cascara de naranja en una solución binaria. Su objetivo es evaluar el uso de materiales de desecho en proceso de descontaminación de efluentes. En la parte metodológica de su investigación realizó un estudio de tipo batch en solución binaria, teniendo las concentraciones iniciales de cada metal en un rango de 25, 50, 75 y 100 ppm, con un tamaño de partícula de 0.5 mm y pH 6.0 para cada estudio, logrando remover un 85 % de Níquel y 98% de Pb.

VERA, et. al. (2015) en su artículo **“Desarrollo de materiales sorbentes para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras”** realizó la biosorción con 3 tipos de biomasa como el mesocarpo del coco, el bagazo de la caña de azúcar, y la mazorca del maíz, el objetivo de su investigación es el reaprovechamiento de estos residuos y determinar las propiedades físicas de los biosorbentes utilizados, aplicando diferentes técnicas. Aplicando el espectrofotómetro infrarrojo, que observó que los grupos funcionales que se encuentra en los biosorbentes son la celulosa y la lignina; y el método Boehm que determinó que en los tres biosorbentes predominan los sitios ácidos. Dando como resultado el valor de pH en el punto de ruptura, para el bagazo fue de 6,11, para la mazorca de maíz 4,79 y para el mesocarpo del coco 3,87, lo que indica un carácter ácido de los biosorbentes.

Según, VIZCAÍNO Y FUENTES (2015), en su tesis “Biosorción de Cd, Pb y Zn por Biomasa pretratada de algas rojas, cascara de naranja y tuna” demostró mediante el empleo de biomasa de algas rojas, cascara de naranja y tuna guajira lograr la remoción de metales pesados y así reducir en gran manera el riesgo de contaminación ambiental. Su objetivo se basó en la remoción o disminución de la concentración de metales pesados tales como Cd, Pb y Zn existentes en los derrames ocasionados por la explotación minera de carbón desarrollados en los departamentos del Cesar y la Guojira. Estudió la influencia del petrtratamiento y el empaquetamiento de tipo Batch, a su vez utilizando soluciones de sodio y calcio, obteniendo una capacidad de sorción mayoritaria de las algas, naranja y tunas en modificación y una africción poco significativa menor o igual a 1% del proceso de sorción al empacar la biomasa en placas planas de tull poliéster. A través de un reactor flujo continuo de columna fija con un volumen líquido de 400 ml, 75g de biomasa en tiempos de retención a un promedio de 1 y 2 horas, demostró determinar la eficiencia de la remoción. Los resultados fueron similares a la eficiencia de las tres biomasas para la remoción de Cd y Pb, con promedios superiores al 95%, mientras que el Zn se removió con mejor eficiencia (62%).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Biosorción

Un proceso que capta iones metálicos o de otras sustancias de manera pasiva. A través de usos de biomasa inerte para unir y almacenar dichos elementos mediante tres mecanismos que son la adsorción física, el intercambio iónico y la complejación.

Sin embargo, este proceso presenta intervenciones de diversas variables como: la concentración del material biosorbente, la concentración inicial del metal, el pH y el tamaño de partícula, cuyos resultados serán óptimos y de especial importancia (CALERO, *et. al.*, 2011).

Según ORÉ, *et. al.* (2015) afirman que el proceso de la biosorción es un proceso eficiente y ventajosa ya que el material que se emplea, puede adquirirse fácilmente y además se pueden encontrar en la naturaleza.

1.3.2. Mecanismos de biosorción

En el proceso de la biosorción existen diferentes mecanismos de fijación para la retención de los iones metálicos tales como: la complejación, la adsorción física y el intercambio iónico.

1.3.2.1. Complejación o quelación

Mecanismo por el cual los sitios activos del biosorbente realiza un enlazamiento con el metal, a través de enlaces químicos covalente y a la vez desarrollando determinados complejos.

1.3.2.2. Adsorción física

Sanchez (2016) indica que este mecanismo de adsorción física es rápida y reversible, delo contrario afirma que las fuerzas de atracción entre la superficie del biosorbente y l de metal son débiles.

1.3.2.3. Intercambio iónico

Es el mecanismo por el cual los iones metálicos divalente se intercambian con los iones propios de la biomasa (polisacáridos). Por el cual este proceso es rápido y reversible.

PÉREZ, et. al. (2006) define como un proceso que intercambian iones de un sólido y líquido. Para un proceso eficiente dependerá del equilibrio sólido-líquido y de la velocidad de transferencia de materia.

1.3.3. Influencia de factores en el proceso de biosorción

En todos los procesos de sorción se necesita examinar el tiempo de contacto, la naturaleza del biosorbente, el pH, la concentración inicial del metal, temperatura y el tamaño de la partícula. Por ello, es de gran importancia analizar los factores que afectan al proceso de biosorción para obtención de mejores resultados en la remoción de metales pesados.

a) Concentración del biosorbente

La concentración del adsorbato como la cantidad de adsorbente influye de una forma directa en la eficiencia de la adsorción. Es decir que, si la concentración del metal va en aumento, pues la capacidad de biosorción aumenta debida al gradiente de concentración del metal.

La biosorción de un metal incrementa cuando el tamaño de partículas es más pequeño debido al área superficial del contacto con el metal, por la presencia de los sitios activos presentes de la biomasa. Estos sitios, generan el aumento de la concentración de la biomasa, y al incrementarse, se hallan un aumento de sitios activos disponibles para traer el metal.

b) Tiempo de equilibrio

Factor por el cual el biosorbente se satura y no incrementa la remoción del metal; por ello, permite que se realice un estudio del efecto del tiempo de contacto para lograr determinar el tiempo de equilibrio y suplementar con un estudio cinético para el conocimiento de su naturaleza del proceso.

c) Temperatura

Este factor se vincula con el tipo de adsorción que tiene la reacción del metal con la biomasa. Cuando el proceso de la adsorción es físico es conveniente a temperaturas bajas y cuando el proceso es químico, es conveniente a temperaturas altas

d) pH

Es uno de los factores de gran importancia en el proceso de biosorción, ya que determinar el grado de protonación y desprotonación de los grupos funcionales que afectara el proceso de adsorción, es decir la separación de metal.

e) Tamaño de partícula

Factor que afecta tanto a la capacidad de adsorción como a la velocidad de la reacción. Las causas del incremento de la capacidad de retención con la disminución del tamaño de partícula so: la existencia de una cantidad mayoritaria de números de centros activos libres para la reacción y la mayor facilidad con que el adsorbato puede acceder a ellos, con una minoría de limitación a la difusión en el interior de los poros.

1.3.4. Biosorbente

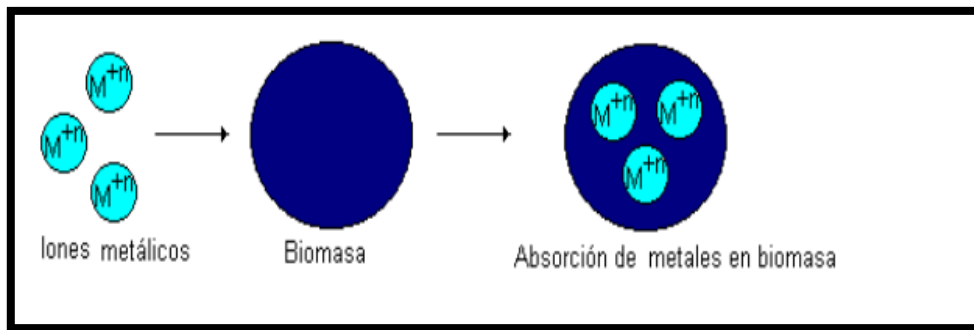
Son materiales biológicos que pueden ser inertes o vivas en soluciones acuosas, actualmente estudios han utilizados diferente tipo de biosorbente para la retención de metales pesados, mayormente desechos de residuos derivados de las industrias.

1.3.5. Mecanismo de la biomasa

Existen dos tipos de mecanismos para la captura iones metálicos por parte de la biomasa.

a) Bioacumulación

Se basa en la absorción de especies metálicas mediante los mecanismos de acumulación en la parte interna de las células de biomasa vivas (SANCHEZ, 2016).

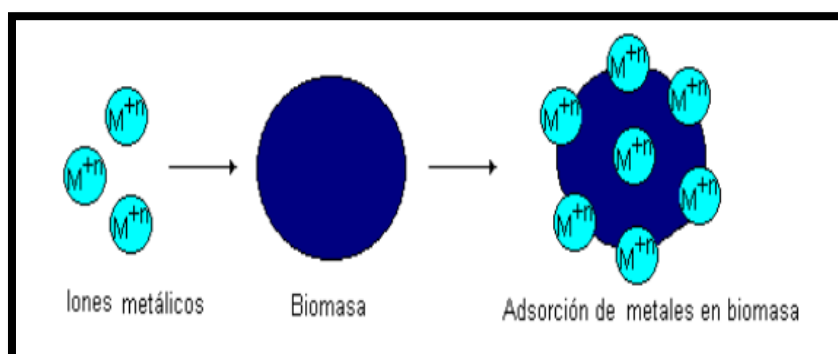


Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Bioacumulación de metales pesados.

b) Bioadsorción

Se basa en la adsorción de los iones por biomasa muerta tratada con sustancias químicas y sin tratar. Esto ocurre por el intercambio iónico, precipitación, complejación y atracción electrostática (SANCHEZ, 2016).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Bioadsorción de metales pesados

1.3.6. Metales Pesados

Cuyos elementos químicos tienen una densidad alta y tóxica a concentraciones bajas. Sin embargo, se encuentran presentes en los cuerpos de agua y corrientes de desechos industriales, tales como, minería, industrias de papel, industrias metalúrgicas, textiles, productoras de químicos orgánicos e inorgánicos, de plásticos, entre otras. Así mismo, estos elementos no son biodegradables, es decir son persistentes y tienden a acumularse en el medio ambiente y en los organismos vivos, produciendo efectos adversos sobre la salud de seres vivos. (DÁVILA, 2012).

1.3.6.1. Plomo

Es un elemento químico que presenta un color gris azulado, suave y maleable, que naturalmente existe en la corteza terrestre, donde son extraídas y procesadas para diferentes tipos de uso. Se encuentra en la tabla periódica con número atómico 82 y masa atómica 27,19.

Las causas de contaminación por plomo son diversas, y entre ellas son: las fundidoras, las fábricas de baterías, pinturas, alfarerías con esmaltados, pirotecnia, minerías, etc. La mayoría de la contaminación por plomo es causada por las descargas directas de aguas residuales que van directamente a los cuerpos de agua superficial y subterránea alterando el ecosistema acuático y produciendo daños a la salud de la población.

SANCHEZ (2016), indica que el plomo en seres vivos puede absorberse a través de inhalación o ingestión, pues si la absorción tiene un proceso lento, la excreción lo es aún más, por esa razón el plomo tiende a almacenarse.

Las intoxicaciones por plomo son las exposiciones a metales más comunes, pueden ser absorbidos por los pulmones y por el tracto intestinal; los efectos que se manifiestan en la salud del ser humano se manifiestan como cólicos gastrointestinales, debilidad muscular, pérdida de memoria, infertilidad, ceguera, anemia, entre otros (DÁVILA, 2012).

1.3.6.2. Cadmio

Es un elemento químico de número atómico 48 y masa atómica 112,40 situado en la tabla periódica; este metal presenta un color blanco o plateado y se encuentra presente de manera natural en la corteza terrestre en forma de sales, asociados a minerales como el Zn, Pb y Cu.

La presencia del cadmio en el agua es proveniente a las descargas de los desechos industriales, que son a causa de la fabricación de productos de PVC, fertilizantes, pigmentos, aleaciones y mayormente son utilizados como agente anticorrosivo (DÁVILA, 2012).

Según OYARZUN E HIGUERAS (2005), citado por Sanchez (2016), explica que el cadmio en el agua, incrementa su toxicidad al interactuar de manera sinérgica con otras sustancias que se encuentran presentes, y tienden a ingresar través de la ingestión e introducción en las escamas de los seres vivos acuáticos.

Los compuestos del cadmio se encuentran catalogado como carcinógenos para el ser humano, puesto a su toxicidad se encuentra ligado a una de las legislaciones, más riguroso en términos ambientales y de salud humana (SANCHEZ, 2016).

1.3.7. Contaminación de agua por metales pesados

La contaminación del agua se deduce que es la alteración de la calidad de la misma por factores antropogénicos o naturales provocando daños sobre las especies que se encuentren en ella.

La presencia de elementos como los metales pesados en el agua, alteran grandes medidas la composición del agua, provocando enfermedades hídricas y crónicas dependiendo del grado de exposición y la concentración de estos elementos expuestos.

Muchos de estos elementos son micronutrientes necesarios para la vida de los seres vivos y deben ser absorbidos por las plantas o forman parte del alimento de los animales. Pero cuando por motivos naturales o por acción humana se acumulan en los suelos, o en las aguas y se convierten en sustancias tóxicas que pueden

provocar daños en los seres afectados por los mismos debido a los factores de bioacumulación y biomagnificación afectando a las cadenas alimenticias

1.3.8. Métodos para la eliminación de metales pesados

Existen una gran variedad de tecnologías convencionales para la eliminación de metales pesados en efluentes.

En el siguiente cuadro *tabla 1*. se mostrarán las ventajas y desventajas de dichos métodos.

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Precipitación Química	<ul style="list-style-type: none"> - Simple. - Poco costoso - La mayoría de los metales pueden ser removidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se produce grandes cantidades de lodos - Problemas de disposición final
Coagulación química	<ul style="list-style-type: none"> - Lodos sedimentados - Deshidratación 	<ul style="list-style-type: none"> - Costoso - Gran consumo de químicos
Intercambio iónico	<ul style="list-style-type: none"> - Alta regeneración del material - Selectividad por metales 	<ul style="list-style-type: none"> - Costoso - Un reducido número de metales pueden ser removidos
Métodos electroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> - Alta selectividad por metales - No hay consumo de químicos - La recuperación del metal es posible 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo de inversión - Alto costo de mantenimiento
Procesos de membrana y ultrafiltración	<ul style="list-style-type: none"> - Se producen pocos desechos sólidos - El consumo de químicos es bajo - Alta eficiencia mayor a 95% 	<ul style="list-style-type: none"> - Los costos iniciales y de mantenimiento son altos - El caudal empleando es bajo

Tabla 1. Tecnologías convencionales para la eliminación de metales en efluentes.

Fuente: elaboración propia

1.3.9. Maíz (*Zea mays* L.)



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Maíz

1.3.10. Taxonomía

Tabla 2. Taxonomía del Maíz (*Zea mays* L.)

Reino	Vegetal
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i>

Fuente: elaboración propia

1.3.11. Descripción:

Es una hierba anual rigurosa, de tallo simple erecto, erguido entre 60 cm y más de 6 m de altura. Presenta hojas alternas, lanceoladas y largas. Sus flores son monoicas es decir que las flores masculinas se encuentran distanciadas de las femeninas en la misma planta.

Las inflorescencias femeninas es una estructura axilar única variable, en tamaño y forma, llamada mazorca o tusa, con muchas hojas modificadas llamadas pancas que envuelven el grueso eje central (coronta o tuza) que dentro de ellas se distribuye las espiguillas en filas.

1.3.12. Caracterización de la tuza de maíz

MORENO (2012) desarrolló la caracterización del biosorbente tusa de maíz, obteniendo la composición química en un 0.00% almidón, 1.22% de cenizas. 56.13% fibra en detergente ácido, 85.34% fibra en detergente neutro y 7.39% lignina, permitiendo calcular los contenidos de celulosa y hemicelulosa, cuyo valor fue de 48.74% y 29.21%. Gracias a estos componentes la tusa de maíz es eficiente para retener los iones metálicos.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad de la biosorción utilizando la tusa de maíz (*Zea mays L.*) para la remoción de plomo y cadmio en las aguas del río Rímac, zona de Corcona, Huarochirí?

1.4.2. Problemas específicos

Problema específico 01:

¿Cuál es el porcentaje de remoción de plomo y cadmio, empleando la tusa de maíz en las aguas del río Rímac, zona de Corcona, Huarochirí?

Problema específico 02:

¿Cuál es el tamaño de partícula óptimo del biosorbente que determinará la mayor cantidad de remoción de plomo y cadmio en un tiempo de 12,24,36,48 horas, en las aguas del río Rímac, zona de Corcona, Huarochirí?

1.5. Justificación

La realización de esta presente investigación se fundamenta con la importancia de conocer la remediación de concentración de plomo y cadmio en el agua, ya que estos metales por su alta toxicidad van afectando a la salud de las personas y del medio acuático, debido a las actividades industriales y mineras que generan grandes cantidades de aguas residuales, y están llegan a los ríos.

Nuestro país es un gran productor de maíz y presentan gran variedad de ellas, sin embargo, los residuos no son utilizados, la gran mayoría lo desperdicia. Una alternativa es ver la posibilidad de utilizar este producto natural como biosorbente, y es por ello que la técnica utilizada es el proceso de biosorción que tendrá como finalidad de remover las concentraciones de plomo y cadmio en las aguas del río Rímac.

El presente estudio es de gran importancia, pues la contaminación del agua con metales pesados es un problema ambientalmente severo debido a su alta toxicidad y capacidad de bioacumularse en los organismos vivos. Por tal motivo, esta investigación busca aplicar el apropiado tratamiento a las aguas contaminadas con metales pesados, con un proceso que resulta ser una tecnología simple y prometedora, pues por su bajo costo, su accesibilidad y ambientalmente sostenible, permitirá eliminar estos contaminantes tóxicos y minimizar las enfermedades que estas producen. Sin embargo, de los cuales muchos centros poblados, comunidades campesinas, entre otros, se abastecen de estas sin un previo tratamiento.

El valor teórico de esta investigación es que también se puede aplicar este mismo proceso con otros materiales de origen natural, innovando nuevas metodologías.

El interés de la investigación es aplicar materiales naturales, en este caso residuos orgánicos con alto grado de absorbancia los cuales son fácil acceso y no son escasos. Asimismo, se espera mejorar el desempeño ambiental de las industrias que causan contaminación en las aguas como la minería.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La tusa de maíz es eficiente para la remoción de plomo y cadmio en las aguas del río Rímac, Zona de Corcona, Huarochirí.

1.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 01:

La remoción de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en el proceso de biosorción utilizando la tusa de maíz en las aguas del río Rímac, zona de Corcona, será mayor o igual a 50%.

Hipótesis específica 02:

El análisis granulométrico óptimo de tamaño partículas de biosorbente, permitirá la mayor cantidad de remoción de plomo y cadmio en un tiempo de contacto 12, 24 36 y 48 horas en las aguas del río Rímac – Zona de Corcona, Huarochirí.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la tusa del maíz mediante el proceso de biosorción en el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) de las aguas del río Rímac - Zona Corcona, Huarochirí.

1.7.2. Objetivos específicos

Objetivos específicos 01

Determinar el porcentaje de remoción de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) utilizando la tusa del maíz en las aguas del río Rímac - Zona Corcona, Huarochirí.

Objetivos específicos 02

Determinar el tamaño de partícula óptimo del biosorbente para la remoción de plomo y cadmio en las aguas del río Rímac - zona Corcona, Huarochirí en un tiempo de contacto de 12, 24, 36 y 48 horas.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es experimental, pues la variable tusa de maíz es el material biosorbente utilizado para la captura de iones metálicos con la superficie de sitios activos que presenta este biosorbente y se observará el impacto que tiene sobre la variable remoción de cadmio y plomo mediante un estudio experimental.

2.2 Variable Operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

En la siguiente tabla.3 se encuentra identificados las variables de la investigación.

Tabla 3. Identificación de las variables

VARIABLES	
Independiente	Dependiente
Tusa del maíz	Biosorción de Cd y Pb en el agua del Río Rímac - zona de Corcona

Fuente: elaboración propia

2.2.2. Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
La tusa de maíz (Zea mays L.)	Parte fibrosa del maíz después de ser desgranada, y son desechados por agro-industrias. Tienen propiedades capaces de retener iones metálicos mediante procesos de tratamiento (VERA, 2016)	Determinar a través de análisis fisicoquímico la capacidad de biosorción del material biosorbente con los siguientes parámetros: cantidad de biomasa, tamaño de partícula y concentración del biosorbente.	Características fisicoquímicas	pH	intervalo
				Temperatura	°C
				Conductividad eléctrica	uS/cm
				Humedad	%
			Capacidad de biosorción	Potencial Redox	Ev
				Cantidad de biomasa	gr
				Tamaño de partícula	mm
				Volumen de la muestra	ml
				Concentración del biosorbente	mg/L
Biosorción del Plomo y Cadmio	La remoción de Plomo y cadmio es un término que describe la cantidad en (%) de metales pesados eliminados por una biomasa (TEJADA, 2016).	Determinar el porcentaje de eliminación de iones metálicos mediante la fórmula de remoción y análisis fisicoquímico para determinar las concentraciones de Pb y Cd.	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C
				pH	intervalo
				OD	mgO ₂ /L
				DBO ₅	mgO ₂ /L
				DQO	mgO ₂ /L
				SDT	mg/L
			Capacidad de remoción	SST	mg/L
				Tiempo de contacto	horas
				Concentración inicial y final del Pb, Cd	mg/L
				Porcentaje de remoción	%

Fuente: elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población considerada para el desarrollo de la investigación son las aguas del río Rímac, zona de Corcona, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, Provincia de Huarochirí, Departamento Lima.

2.3.2. Muestra

Se tomó una muestra de 50 litros de agua; 1 litro de la muestra fue preservada con 2 ml de ácido nítrico, para el análisis de las concentraciones del Pb y Cd presentes en las aguas del río Rímac – Zona de Corcona, donde los restantes de muestra fueron utilizados en el desarrollo experimental de la investigación.

2.3.3. Toma de muestra

La metodología que se utilizó para la toma de muestra se dio mediante el Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatura N°010-2016-ANA, LEY DE LOS RECURSOS HIDRICO N° 29338). A continuación, los pasos de la toma de muestra.


1. Se realizó un reconocimiento del lugar de muestreo, y se anotó las observaciones en el registro de campo (ver tabla. 4).

Tabla 4. Ficha de registro de Campo

UBICACIÓN			
Centro Poblado	Distrito	Provincia	Departamento
Corcona	Huarochirí	Santa Cruz de Cocachacra	Lima

SISTEMAS DE COORDENADAS				
Proyección UTM	Norte / Latitud	Este / Longitud	Zona	Altitud
8683068	18 L	0327969	18	1253 msnm

Descripción de lugar para llegar	Tomar una línea hasta llegar al primer peaje de la carretera central (Corcona) caminar hasta los rieles del tren y se observara una entrada hacia el Río Rímac , la zona de estudio.
Área	200 m2
Clima	Semi tropical
Temperatura	24.5 °C

FUENTES DE CONTAMINACIÓN	Efluentes Industriales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observación: Los relaves mineros de Tamboraque.
	Residuos domésticos 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observación: Pobladores arrojan sus desechos en las orillas del río.
	Otros fuentes de contaminación 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observación: Desmontes mineros en la zona

Fuente: Elaboración propia

2. Se ubicó el punto de muestreo de fácil acceso para el ingreso al río puesto a que la corriente del río se encontraba muy caudaloso.
3. Con un GPS se procedió a la medición de las coordenadas en UTM.
4. Uso de los equipos de protección personal (EPP) antes de dar inicio a la toma de la muestra.



Figura 4. Equipo de protección personal

Fuente: desarrollo de la investigación

5. Uso de un arnés (soga) para la seguridad a la hora de ingresar al río.
6. Antes de dar inicio a la toma de muestra se enjuagó 2 veces el balde y los galones de plástico de 20L con agua del punto de muestreo.



Figura 5. Lavado del envase de plástico

Fuente: desarrollo de la investigación

7. Se sumergió el balde y los galones de plástico en sentido contrario de la corriente del río y a una profundidad de 20 cm.



Figura 6. Toma de muestra del RRC

Fuente: desarrollo de la investigación

8. Se procedió a medir los parámetros fisicoquímicos de la muestra del agua. En este paso se utilizó un multiparámetro y un papel de indicador de pH (PANPEHA).



Figura 7. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ

Fuente: desarrollo de la investigación

9. Finalmente se registró los datos de las mediciones de la muestra en la ficha de registro de toma de muestra (ver tabla 5).

Tabla 5. Ficha de registro de la toma de muestra

Responsable del muestreo	Joyce Sanchez Quispe	Código
		RRC
Fecha de muestreo	05/04/2018	
Hora de muestreo	10:15 am	
Lugar de muestreo	Corcona	
Tipo de muestreo	Superficial	
Tipo de envase	plástico	
PARÁMETROS IN SITU		
pH	8.7	
T° del ambiente	24.5 °C	
T° del agua	18 °C	
Conductividad	197 $\mu\text{S}/\text{cm}$	
Turbidez	208 NTU	

2.3.2. Muestreo

La investigación presenta una técnica de muestreo no probabilísticos es decir que las unidades muestrales han sido elegidas por un responsable, en mi caso Pb y Cd han sido elegidas para determinar el grado de concentración que presenta en las aguas del Río Rímac, zona de Corcona.

2.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas para la presente investigación son la observación, protocolos, las referencias bibliográficas y la experimentación, en la recolección de datos.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Recopilación de información del tema de investigación	revistas científicas Internet	Revisión bibliográfica	Fichas Bibliográficas	Antecedentes de la biosorción empleando la tusa del maíz
Tomar muestras para la experimentación de la investigación	Zona de estudio	Experimental	Registro de datos de campo Ficha de la toma de muestra	Conocimiento y toma de muestra obtenida
Determinar las concentraciones de Pb y Cd	Análisis de Laboratorio	Experimental	Hoja de certificado del laboratorio acreditado	Elevadas concentraciones de Pb y Cd.
Proceso de la biosorción para la remoción de Pb y Cd	Investigador	Observación y experimentación	Fichas de registro	Filtros construido para el proceso de la biosorción
Evaluar la eficiencia de remoción de los contaminantes	Análisis de Laboratorio	Observación y Experimentación	Registros de datos de laboratorio	Nivel de eficiencia de remoción de Pb y Cd

2.4.3. Validez y Confiabilidad de los instrumentos

El método de validez del contenido de los instrumentos fue sometido por la medición de jueces expertos con trayectoria en el tema de estudio, aportando su criterio u opinión acerca de la investigación, y está puede ser modificada.

2.5. Métodos de análisis de datos

Se utilizó la prueba estadística t de Student, bajo un nivel significancia de 95%, que se determinará una media representativa, lo cual se tomará en cuenta la concentración inicial y final de cada metal presente en el agua, aplicando el tamaño de partícula seleccionada de la tusa de maíz en la remoción. Así mismo, también se utilizó la estadística para la prueba de normalidad de las concentraciones finales y el porcentaje de remoción de ambos metales para determinar si son una distribución normal.

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó mediante el programa de Minitab 18.

Para Determinar la eficiencia mediante el porcentaje de la remoción, se utilizó siguiente fórmula:

$$\% \text{ remoción} = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Dónde:

Ci: Concentración inicial (mg/ kg)

Cf: Concentración final (mg/ kg)

Para determinar la capacidad de biosorción se expresará mediante la siguiente fórmula.

$$Q_{eq} = \frac{C_i - C_f}{m} \times V$$

Dónde:

Q_{eq}: la capacidad de biosorción en equilibrio

C_i: concentración inicial del metal

C_e: concentración final del metal

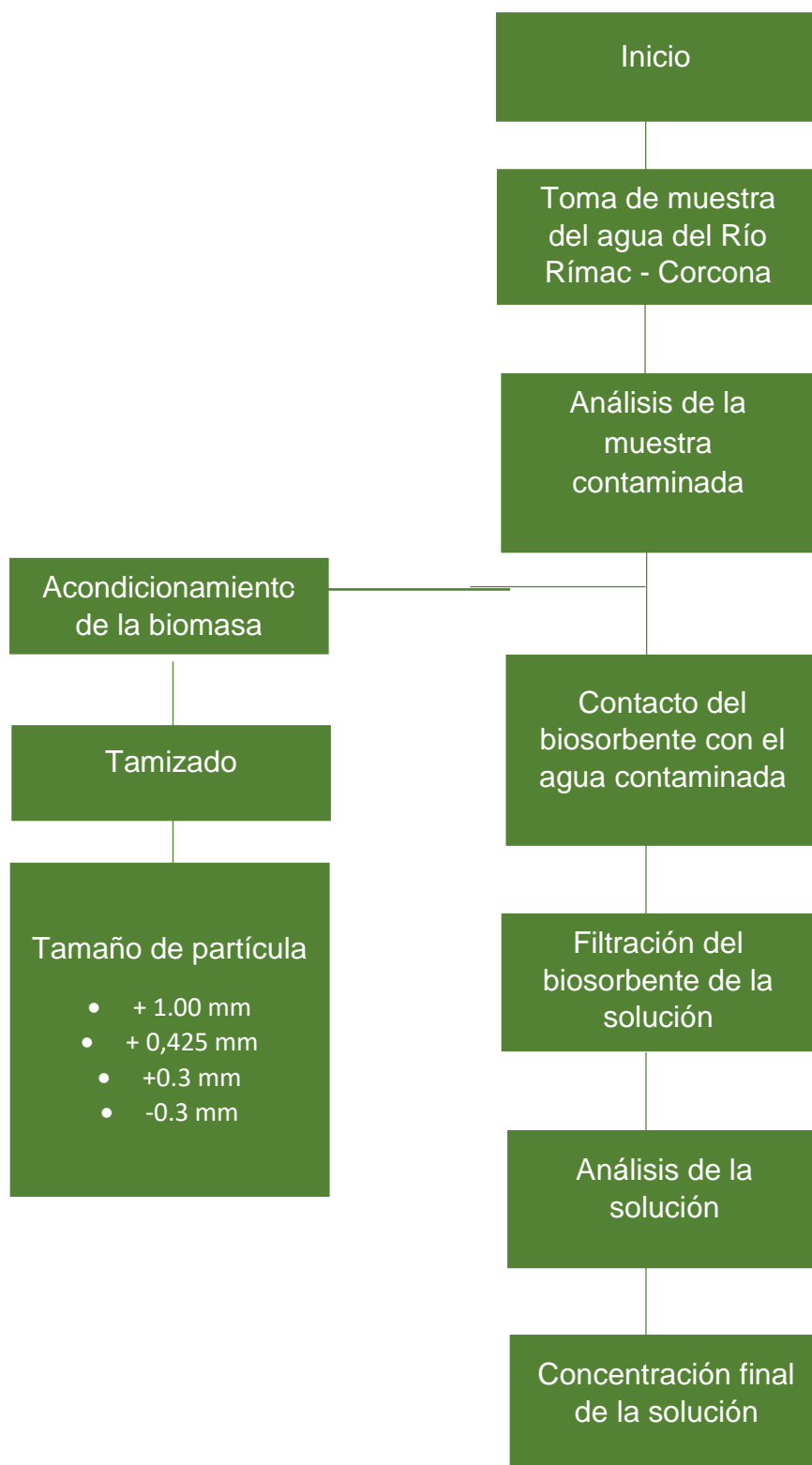
V: volumen de la muestra

m: cantidad de biomasa en gr.

2.6. Aspectos éticos

Compromiso en respetar los resultados obtenidos de la investigación así mismo los procesamientos respectivos de los datos, y de esta manera contribuir a tener un registro científico creíble.

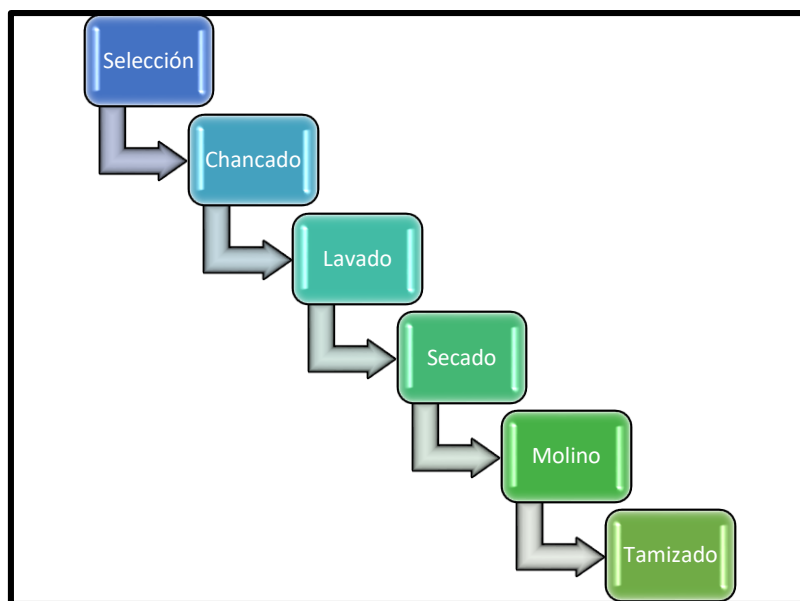
2.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA



Fuente: elaboración propia

2.8. Procedimiento para la preparación del biosorbente - biomasa tusa de maíz

La tusa de maíz amarillo proviene del distrito de Mazamari, Satipo - Junín, donde es generada como desecho por parte de la población de dicho distrito. Sin embargo, la gran mayoría de la población desconocen de su gran importancia de absorción y lo que hacen es quemar estos residuos, por lo que se genera más gas efecto invernadero (GEI).



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Proceso de la preparación de la biomasa Tusa del Maíz

1. Selección

Se adquirió 10 kilos de tusa de maíz. En esta etapa, se realizó una selección a la tusa de maíz, puesto que algunas se encontraban deterioradas.



2. Chancado

Con un martillo y una tabla de madera se procede al chancado de la tusa de maíz, dándole una forma en trozos. Se realiza este proceso puesto a que se le da facilidad al momento de moler.

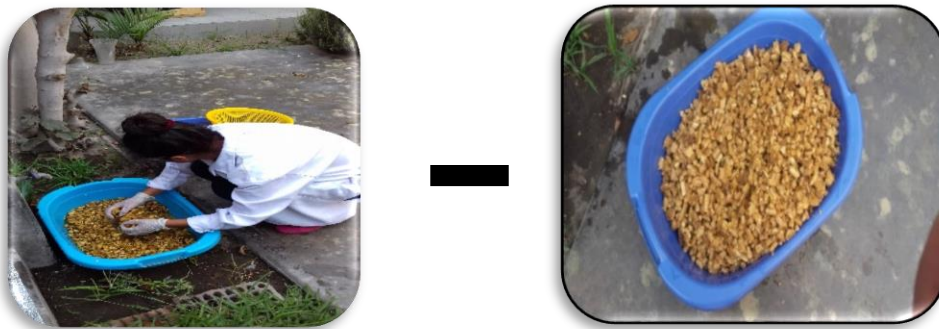


Fuente: desarrollo del trabajo de investigación

Figura 9. Chancado de la Tuza de maíz

3. Lavado

En una tina se colocó los trozos de tusa de maíz y se realizó el proceso de lavado para retirar la suciedad que contraía. Este proceso se realiza 4 veces para asegurarse de que el material quede totalmente limpio.



Fuente: desarrollo del trabajo de investigación

Figura 10. Lavado de la tusa de maíz

4. Secado 1

Se llevó a un secado a temperatura ambiente, por 12 horas para evitar que sean afectados por hongos u microorganismos.



Fuente: desarrollo del trabajo de investigación

Figura 11. Secado de la Tuza de maíz

Figura 12. Recojo de la tuza de maíz

5. Secado 2

Se colocó los trozos de tuza de maíz en unas bandejas y fueron llevados a la estufa a 60 °C por 4h.



Fuente: desarrollo de la investigación

Figura 13. Colocación de la tuza de maíz en la estufa

Figura 14. Secado de la tuza de maíz en la estufa

6. Molienda

Con un molino artesanal, se procesó a la trituration de la tuza de maíz.



Fuente: desarrollo de la investigación

Figura 15. Molienda de la tuza de maíz

7. Tamizado

Se realizó el proceso de tamizado con un tamiz de apertura de malla N° 18 tamaño 1.00 mm. Para este proceso seleccionamos 4 mallas de diferentes tamaños.



Fuente: desarrollo de la investigación

Figura 16. Tamizado del biosorbente

Tabla 6. Tamaños seleccionados de la tuza de maíz

Fracciones	1	2	3	4
Tamaño (mm)	+ 1.00 mm	+ 0,425mm	+ 0,3 mm	-0,3 mm

Fuente: elaboración propia.

2.8.2. Procedimiento en el laboratorio

❖ Determinación Del Oxígeno Disuelto (OD) de la Muestra RRC

Materiales:	Reactivos
-1 Probeta	-Na ₂ S ₂ O ₃ . 5H ₂ O en 0.0245 N
-1 matraz de erlemmeyer	-MnSO ₄
-1 frasco winkler	-H ₂ SO ₄
- Propipeta	- álcali-yoduro-acida

Procedimiento:

Se colocó una cantidad mínima de la muestra en una tina pequeña y se sumergió el frasco winkler de 300 ml hasta llenarse completamente con la muestra, evitando airearse. Luego se adicionó 1 ml de MnSO₄, se tapó el frasco y desechó el líquido sobrante, después se adicionó 1 ml de solución álcali-yoduro-acida, para este caso se tapó y se agitó varias veces por unos 3 min, y se dejó sedimentar el precipitado. Por último, se agregó 1 ml de H₂SO₄, se tapó y desecho el excedente. Se realizó una breve agitación hasta que el precipitado se disuelva por completa y se dejó reposar por unos 10 min.

En vista, se observó que presento un color marrón, se realizó una titulación volumétrica, en donde se tomó 1 ml de la solución con una probeta y fue trasvasado al matraz, luego se adicionó 4 gotas de almidón (indicador) y se procedió a titular con Na₂S₂O₃.5H₂ O en 0.0245 N hasta dar un color morado oscuro y luego incoloro.

Fórmula:

$$OD = \frac{Vol.gst.muestra \times N \times 8000 \times Vol.frasco}{Vol.muestra \times (Vol.frasco - 2)}$$



❖ **Determinación De Demanda Química De Oxígeno (DQO) de la Muestra RRC**

Materiales:	Reactivos
- 1 Vaso precipitado - 3 Pipetas volumétrica de 3ml - 2 tubos de digestión - Termo reactor	- dicromato de potasio 0.25 N, -- ácido sulfúrico concentrado

Procedimiento:

Se colocó la muestra de agua en un vaso precipitado de 50 ml y tomando 1 pipeta volumétrica de 3 ml se succionó la muestra para transvasarla a un tubo de digestión. Teniendo la segunda pipeta se succionó 3ml de $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N y se adicionó al tubo de digestión con la muestra. Por último, de esta misma manera se añadió 3ml de H_2SO_4 , se observó que el tubo de digestión presentó una calentura por la reacción del ácido añadido con las demás soluciones añadidas.

Por último, fue llevado a un termo reactor por un tiempo de 2 horas.

Teniendo los datos, se aplicó la siguiente fórmula:

$$DQO = \frac{(Vol.gst.Blanco - Vol.gst de la muestra) \times N \times 8000}{Vol.de muestra}$$



❖ **Determinación De Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO₅) de la Muestra RRC**

Materiales:	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> - Probeta - 1 matraz de erlemmeyer - 1 frasco winkler - Propipeta - Tubo de ensayo de 5ml - Bomba de aire 	<ul style="list-style-type: none"> - Na₂S₂O₃ . 5H₂ O en 0.0245 N ; - MnSO₄ - H₂SO₄ - almidón como indicador - tiosulfato de sodio

Procedimiento:

Para hallar el DBO₅ se tiene que saber la dilución, y teniendo el resultado del DQO se resolvió, se realizó el DBO₅.

En una botella winkler se agregó 3 ml de la muestra y el resto del frasco 297 ml de agua dilución, luego se realizó el OD inicial. Seguido se tapó el frasco, y con una bolsita negra se cubrió el frasco y fue llevado a la incubadora por 5 días. Al cabo de los 5 días se realiza el OD final de la muestra.

Teniendo los datos de ambos se hallaron DBO_5 mediante una fórmula.

$$DBO(5) = \frac{OD(i) - OD(f)}{\% \text{ dilución}}$$



❖ **Determinación de los Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos de la Muestra RRC**

Materiales:	
<ul style="list-style-type: none"> - 2 vasos precipitados de 250 ml - Bandeja - Pizeta - Estufa - Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Guantes - Papel filtro - Embudo

Procedimiento:

Se lavó los 2 vasos precipitados de 250 ml, de manera que estén bien limpias. Con la pizeta de agua destilada se hizo una lavada interna a los vasos precipitados con ella. Colocamos los vasos precipitados en una bandeja, y se llevó a la estufa a 105 °C por 1h. Terminado el tiempo, con unos guantes quirúrgicos se cogió los vasos precipitados y fue llevado a un desecador por 20 min. Por último, se pesó y codificó los vasos precipitados. Teniendo los pesos de los vasos precipitados iniciales en un 9.896 gr y un 99.213gr.

Con un embudo y un papel filtro, se hizo la filtración de la muestra del agua para determinar el sólido disuelto de dicha muestra. Mientras que en el otro vaso precipitado colocamos la muestra de agua para determinar los sólidos suspendidos. Acabo de esto se llevó a los dos vasos precipitados para a un proceso de evaporación. Después de ello se hizo el peso y se obtuvo el resultado

Fórmula para los Solidos totales:

$$ST = \frac{[(\textit{peso de la muestra + vaso}) - (\textit{peso del vaso})] \times 1000}{Vol. (ml)}$$

Fórmula para los Solidos disueltos:



$$SD = \frac{[(\textit{peso de la muestra + vaso}) - (\textit{peso del vaso})] \times 1000}{Vol. (ml)}$$

Fórmula para los Solidos suspendidos totales:

$$SST = ST - SD$$

❖ Parámetros Físico - Químico de la Tusa de Maíz

En un balde se colocó 20 gr de la tusa de maíz en trozos, y se le agregó 450 ml de agua destilada y pasó al proceso de agitación por un tiempo de 10 min. En un vaso precipitado se colocó el agua agitada con tusa de maíz, se pasó por un papel filtro y luego fueron analizados los parámetros como pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox.

	
<p>Fuente: elaboración propia Figura 20. Proceso de agitación de la tusa de maíz</p>	<p>Fuente: elaboración propia Figura 21. medición de parámetros</p>

❖ Humedad de la tusa de maíz

Materiales:	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> - Crisol - Guantes - Biomasa Tusa de maíz 	<ul style="list-style-type: none"> - Estufa - Balanza analítica

Procedimiento:

Se tomó un crisol y se pesó en la balanza, teniendo un peso de 56.933 gr, luego se tarea. Después se tomó la muestra de tusa de maíz húmeda y se colocó en el crisol y nuevamente se vuelve a pesar dando un peso de 25.316 gr. Teniendo los pesos apuntamos en una hoja de datos, luego el crisol con la muestra es llevado a la estufa a 105°C en un tiempo de 1 hora.

Terminado el tiempo, el crisol con la muestra seca fue llevada a un desecador para su enfriamiento, y al cabo de unos minutos es pesado en la balanza con un peso de 67.986 gr y restando con el peso del crisol el peso final es 11.053 gr.

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{[(\textit{peso inicial}) - (\textit{peso final})]}{\textit{Peso inicial}} \times 100$$



Fuente: elaboración propia

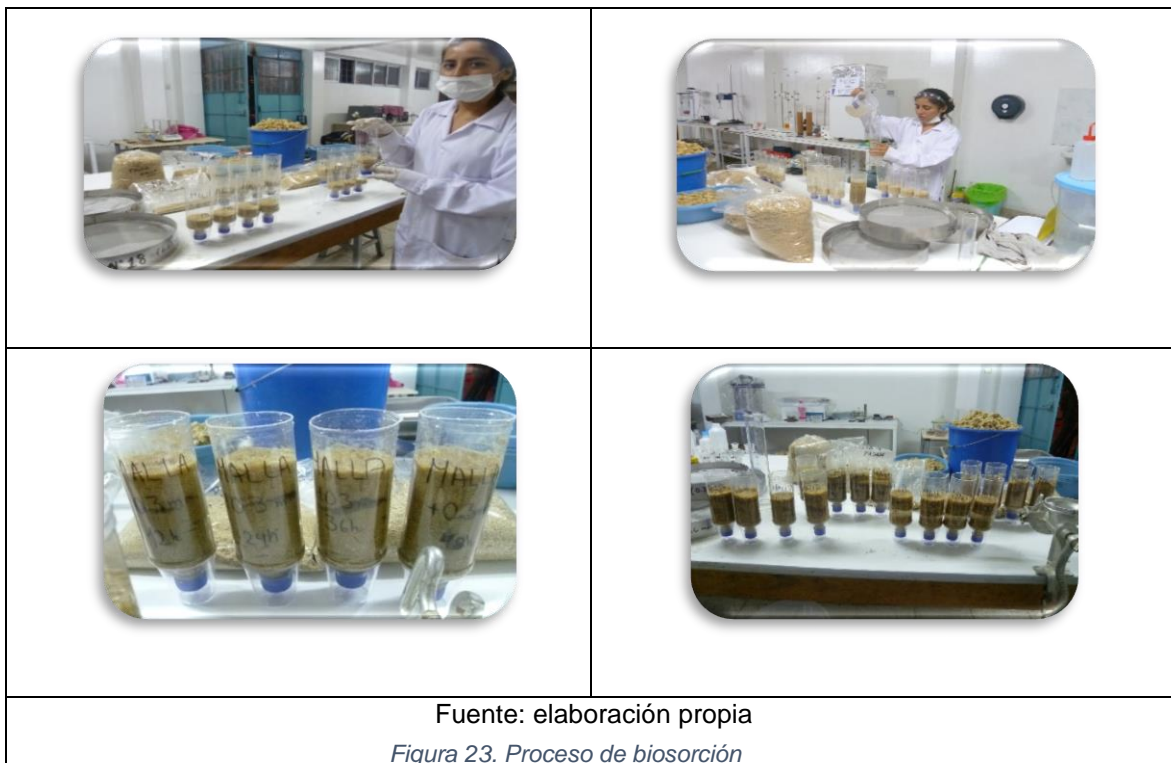
Figura 22. Peso del crisol con la muestra tusa de maíz

❖ Procedimiento experimental para la prueba de biosorción de Pb y Cd

Las determinaciones se realizaron en un sistema lote que se asemeja a un tipo batch a diferencia que se utilizó botellas de plástico de 500 ml y sin ninguna energía eléctrica. Se determinó con 4 diferentes tamaños de partículas (1.00 mm, 0.425 mm, 0.3 mm y -0.3 mm) en 4 tiempos diferente de 12,24,36 y 48 horas, con una dosis de 25 gr de tusa de maíz y 350 ml de la muestra contaminada RRC. A continuación, los paso y materiales que se emplearon.

Materiales	
- 16 botellas de plástico	- Material biosorbente TM
- 16 vasos acrílico	- Muestra de agua de RRC
- Plumón, Papel	- Cortadora eléctrica
- Cuaderno de apunte	

1. Se procedió a cortar la base de las 16 botellas de plásticos con la cortadora eléctrica, y se lavó con agua destilada a cada botella.
2. Se pesó 25 gramos de tuza de maíz de las siguientes mallas +1.00; +0.425; + 0.3; - 0.3.
3. Con la probeta, se midió 350 ml de la muestra de RRC.
4. Se codificó las botellas colocando el tiempo y el tamaño de partícula de tuza de maíz en este caso +1.00; +0.425; + 0.3; - 0.3 en un tiempo de 12,24,36 y 48 horas.
5. Seguido se agregó los 25 gr de tuza de maíz a cada botella y la colocamos boca abajo con ayuda de un vaso acrílico.
6. Por último, se le agregó los 350 ml de la muestra de agua de RRC.



❖ **Obtención del Extracto de la Solución de las Mallas en 12 Horas, 24 Horas, 36 Horas y 48 Horas**

En esta etapa se separa la fase líquida con la sólida, es decir que se realizó una filtración de la solución sobrenadante con un equipo de filtración obteniendo la fase líquida para ser analizada.

Materiales	
- Equipo de filtración al vacío (Embudo Büchner, Matraz Kitasato y Bomba vacío).	- Agua destilada
- Vasos precipitados de 250 ml	- Tapers de plásticos
- Papel filtro	- Balanza analítica
- Marcador	

Procedimiento:

1. En el equipo de filtración, se colocó un papel filtro en el embudo de Buchner, que a su vez se agregó la mezcla del material tusa de maíz con la muestra RRC.
2. Se procede a encender la bomba vacía y se empieza a filtrar el líquido en el matraz quedando en el embudo la materia sólida.
3. El agua destilada sirve para lavar el equipo cada vez que se utilice en la filtración de las mezclas de diferentes tamaños de partícula.
4. Se colocó el material sólido en un taper de plástico (11 gr) para luego ser pesado.
5. En un vaso precipitado de 250 ml se colocó el material líquido, pasará al proceso de digestión en medio acuoso para ser analizado en la absorción atómica y ver el grado de concentración de Pb y Cd que redujo.



Fuente: elaboración propia

Figura 24. Extracción de las muestras tratadas

❖ **Digestión de la muestra en medio acuoso en mallas de -0,3 mm; + 0,3 mm; +0.425 mm y +1.00 mm**

En esta fase se determinó el grado de concentración finales de Pb y Cd a través de un proceso para ser analizado por un equipo de absorción atómica. Lo cual fue analizado por el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (Ver Anexo 3)

a) Paso 1:

Se acondiciona la muestra llevando a un pH ácido de 1 a 1.5, Con la finalidad de que los metales pesados puedan solubilizarse para mi caso el plomo (Pb) y el cadmio (Cd).

b) Paso 2:

El volumen utilizado para la digestión de la muestra es de 100 ml.

c) Paso 3:

Luego es llevado a 5 ml por evaporación los cuales son atacados con agua regia.

d) Paso 4:

El agua regia es por ácido nítrico y ácido clorhídrico en una relación de 1 a 3.

e) Paso 5:

Esta muestra digestada se llevará a enfriar y luego se enraza en una fiola de 25 ml.

f) Paso 6:

Las cuales harán decantar por 12 hr. Quedando la muestra listo para la lectura en la absorción atómica.



III. RESULTADOS

3.1. Análisis Inicial del Agua del Río Rímac – Corcona

Los análisis de la muestra obtenida fueron llevadas a laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Tabla 7. Grado de Concentración de Plomo y Cadmio en el Río Rímac

Código	Pb mg /L	Cd mg/L
RRC	0.121	0.012

Fuente: elaboración propia

Los niveles de concentración de estos elementos presentes en el agua del Río Rímac sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que es 0.005 para Cd y 0,05 para Pb, es decir representa un riesgo significativo a la población aledaña.

3.2. Determinación de los Parámetros Fisicoquímicos de la Muestra RRC

Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos del Río Rímac

Parámetros	Resultados
Oxígeno Disuelto (OD)	5.524 mg O ₂ /L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	733.33 mg /L
Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO ₅)	5.86 mgO ₂ /L
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0.32 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	0.27 mg/L

Fuente: elaboración propia

3.3. Parámetro físico - químico de la tusa del maíz

Tabla 9. Características fisicoquímicas de la tusa de maíz

Parámetros fisicoquímicos	Resultados
Temperatura	25.2 °C
pH	7.58
Conductividad eléctrica	358 µS
Potencial Redox	-21.9 mV

Fuente: elaboración propia

Indica que tiene pH neutro ligeramente alcalino, y una conductividad alta de 358µS, es decir, que es capaz de transportar los iones de cada metal.

3.4. Determinación de Humedad de la Tusa del Maíz

Tabla 10. Humedad del biosorbente

Peso inicial	25.316 gr
Peso final	11.053 gr
%Humedad	56.34 %

Fuente: elaboración propia

La tusa de maíz tiene un porcentaje de humedad de 56.34 %, lo que indica que tiene una mayor capacidad de retención.

3.5. Parámetros Físicoquímicos de las Muestras Tratadas por diferente granulometría en un tiempo de 12, 24, 36 Y 48 Horas

Se analizaron los parámetros físicoquímicos a la muestra tratada de cada tamaño de partícula, en los siguientes cuadros se anotaron por cada granulometría en un tiempo de contacto de 12, 24 36 y 48 horas.

TRATAMIENTO 1

PRIMERA GRANULOMETRÍA = > + 1.00 mm

Repeticiones	Tamaño de	Parámetros físicoquímicos de 12 horas			
	partícula	T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 1.00 mm	23.8	6.68	875 $\mu\text{S/cm}$	10.2
R - 2	+ 1.00 mm	21	6.27	800 $\mu\text{S/cm}$	56
R - 3	+ 1.00 mm	19.8	6.66	800 $\mu\text{S/cm}$	36
Repeticiones	Tamaño de	Parámetros físicoquímicos de 24 horas			
	partícula	T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 1.00 mm	23.1	6.25	993 $\mu\text{S/cm}$	70
R - 2	+ 1.00 mm	21	6.1	993 $\mu\text{S/cm}$	67
R - 3	+ 1.00 mm	19.9	6.55	886 $\mu\text{S/cm}$	42
Repeticiones	Tamaño de	Parámetros físicoquímicos de 36 horas			
	partícula	T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 1.00 mm	24.9	6.63	3.48 mS/cm	9.8
R - 2	+ 1.00 mm	21	5.95	969 $\mu\text{S/cm}$	75
R - 3	+ 1.00 mm	19.9	6.04	947 $\mu\text{S/cm}$	70
Repeticiones	Tamaño de	Parámetros físicoquímicos de 48 horas			
	partícula	T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 1.00 mm	24.3	7.64	1064 $\mu\text{S/cm}$	40.3
R - 2	+ 1.00 mm	21	5.89	969 $\mu\text{S/cm}$	78
R - 3	+ 1.00 mm	20.1	5.87	982 $\mu\text{S/cm}$	80

TRATAMIENTO 2

SEGUNDA GRANULOMETRÍA => + 0.425 mm

Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 12 h			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.425 mm	23.8	6.6	1054 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2.4
R - 2	+ 0.425 mm	21°C	5.99	970 $\mu\text{S}/\text{cm}$	74
R - 3	+ 0.425 mm	19.8 °C	6.56	841 $\mu\text{S}/\text{cm}$	41
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 24			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.425 mm	23°C	6.18	1035 $\mu\text{S}/\text{cm}$	68
R - 2	+ 0.425 mm	21°C	5.87	1035 $\mu\text{S}/\text{cm}$	79
R - 3	+ 0.425 mm	19.9 °C	6.4	1021 $\mu\text{S}/\text{cm}$	50
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 36			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.425 mm	21.8	5.79	2.93 mS/cm	78.8
R - 2	+ 0.425 mm	21.1	5.67	1134 $\mu\text{S}/\text{cm}$	89
R - 3	+ 0.425 mm	19.9	5.86	999 $\mu\text{S}/\text{cm}$	80
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 48			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.425 mm	24	6.09	1243 $\mu\text{S}/\text{cm}$	61.6
R - 2	+ 0.425 mm	21	5.56	1136 $\mu\text{S}/\text{cm}$	96
R - 3	+ 0.425 mm	20	5.87	1037 $\mu\text{S}/\text{cm}$	80

TRATAMIENTO 3

TERCERA GRANULOMETRÍA => + 0.3 mm

Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.3 mm	23.8	6.56	880 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1.2
R - 2	+ 0.3 mm	21	5.91	920 $\mu\text{S}/\text{cm}$	78
R - 3	+ 0.3 mm	19.8	6.9	479 $\mu\text{S}/\text{cm}$	24
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.3 mm	22	5.8	1094 $\mu\text{S}/\text{cm}$	80
R - 2	+ 0.3 mm	21	5.8	1094 $\mu\text{S}/\text{cm}$	80
R - 3	+ 0.3 mm	19.9	6.85	558 $\mu\text{S}/\text{cm}$	22
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.3 mm	24.8	5.56	2.95 mS/cm	91.8
R - 2	+ 0.3 mm	21	5.63	1076 $\mu\text{S}/\text{cm}$	92
R - 3	+ 0.3 mm	20	6.28	922 $\mu\text{S}/\text{cm}$	57
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	+ 0.3 mm	24	6	1381 $\mu\text{S}/\text{cm}$	64.4
R - 2	+ 0.3 mm	21	6.15	742 $\mu\text{S}/\text{cm}$	64
R - 3	+ 0.3 mm	20.3	6.09	972 $\mu\text{S}/\text{cm}$	67

TRATAMIENTO 4

CUARTA GRANULOMETRÍA = > - 0.3 mm

Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 12			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	- 0.3 mm	21.8	5.95	870 $\mu\text{S}/\text{cm}$	6.1
R - 2	- 0.3 mm	21	5.9	1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$	74
R - 3	- 0.3 mm	19.8	6.72	596 $\mu\text{S}/\text{cm}$	31
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos 24			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	-0.3 mm	23	5.65	1110 $\mu\text{S}/\text{cm}$	93
R - 2	-0.3 mm	20.8	5.78	1110 $\mu\text{S}/\text{cm}$	82
R - 3	-0.3 mm	20	7.03	473 $\mu\text{S}/\text{cm}$	20
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	-0.3 mm	24.9	5.25	1063 $\mu\text{S}/\text{cm}$	109.9
R - 2	-0.3 mm	21	5.36	1194 $\mu\text{S}/\text{cm}$	107
R - 3	-0.3 mm	19.8	5.9	1321 $\mu\text{S}/\text{cm}$	75
Repeticiones	Tamaño de partícula	Parámetros fisicoquímicos			
		T°	pH	Ce	Eh
R - 1	-0.3 mm	24	5.2	1705 $\mu\text{S}/\text{cm}$	114.3
R - 2	-0.3 mm	21	5.19	1232 $\mu\text{S}/\text{cm}$	117
R - 3	-0.3 mm	20	5.81	1261 $\mu\text{S}/\text{cm}$	83

3.6. Resultados de los 04 Tratamientos Respecto al Tiempo de Contacto para Cd y Pb

Donde El tratamiento 1 es la malla +1.00 mm

El tratamiento 2 es la malla +0.425 mm

El tratamiento 3 es la malla +0.3 mm

El tratamiento 4 es la malla -0.3 mm

y el tiempo es :

T1- A = 12 horas

T2-B = 24 horas

T3-C = 36 horas

T4-D = 48 horas

Plomo (pb)

Tabla 11. Análisis de Pb después del tratamiento 1

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T	°C	1	21.5	21.3	21.9	21.8
pH	pH		6.54	6.3	6.21	6.47
Plomo (Pb)	mg/l		0.053	0.057	0.048	0.049

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 11, con respecto al tratamiento 1 (malla +1.00), el mejor tratamiento fue el T4-D con un 21.8 en T° y un pH de 6.47 en un tiempo de 48 horas.

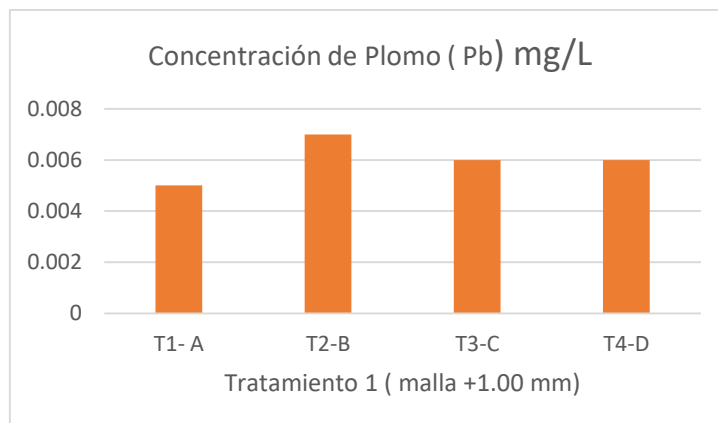


Gráfico 1. Concentración de Pb(mg/L) después de T1

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 1, se aprecia que la concentración de Pb va reduciendo, sin embargo, en un tiempo de 24 horas no redujo grandes cantidades.

Tabla 12. Análisis de Pb después del tratamiento 2

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	2	21.5	21.3	20.9	21
pH	pH		6.38	6.15	5.77	5.84
Plomo (Pb)	mg/l		0.061	0.058	0.063	0.074

Fuente: elaboración propia

De la tabla N° 12, respecto al tratamiento 2 (+0.425 mm), el mejor tratamiento resultó ser el T2-B el cual se da después de que el biosorbente estuvo en un tiempo de contacto de 12 horas.

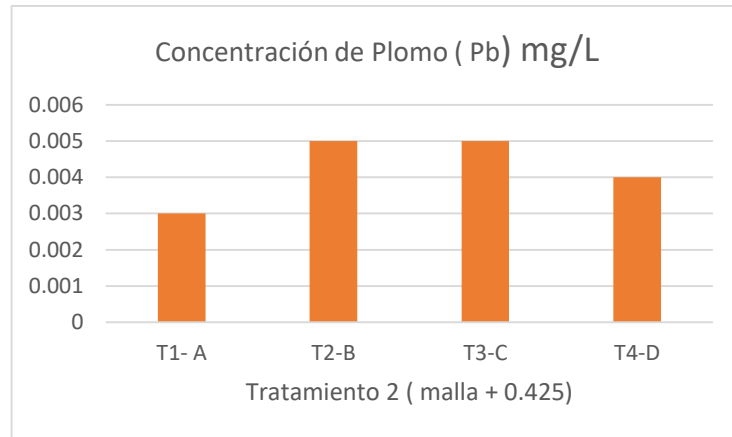


Gráfico 2. Concentración de Pb(mg/L) después de T2

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 2, se observa que la concentración de Pb va en aumento lo que significa que a mayor tiempo de contacto no reduce mucha concentración en Pb, por lo que el material se saturó.

Tabla 13. Análisis de Pb después del tratamiento 3

Parámetro	Unidades	Tratamiento	Resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	3	21.5	20.9	21.9	21.8
pH	pH		6.46	6.15	5.82	6.08
Plomo (Pb)	mg/l		0.055	0.055	0.059	0.076

Fuente: elaboración propia

De la tabla N°13, el tratamiento efectivo resultó ser el T1-A lo que indica que después del biosorbente en un tiempo de contacto de 12 horas.

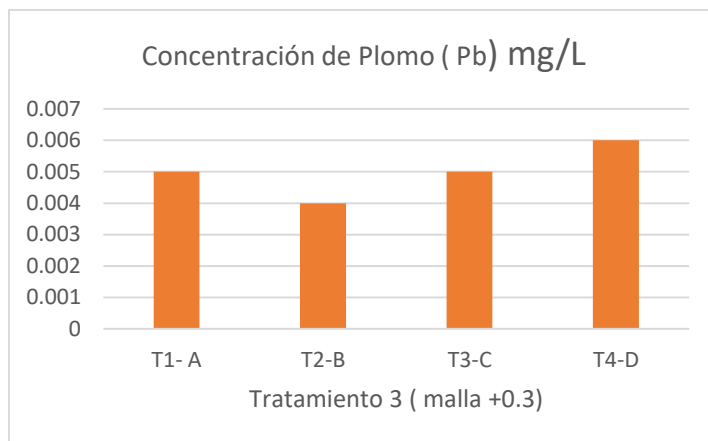


Gráfico 3. Concentración de Pb(mg/L) después de T3

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 3, se aprecia que el tiempo de equilibrio del proceso con la tusa de maíz es de 12 horas (T1-A), pues a mayor tiempo de contacto el biosorbente va perdiendo su capacidad de absorción.

Tabla 14. Análisis de Pb después del tratamiento 4

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	4	20.90	21.3	22	21.7
pH	pH		6.9	6.15	5.5	5.4
Plomo (Pb)	mg/l		0.059	0.069	0.076	0.078

Fuente: elaboración propia

De la tabla N°14, se evidenció que el mejor tratamiento fue el T1-A después de del biosorbente en un tiempo de contacto de 12 horas.

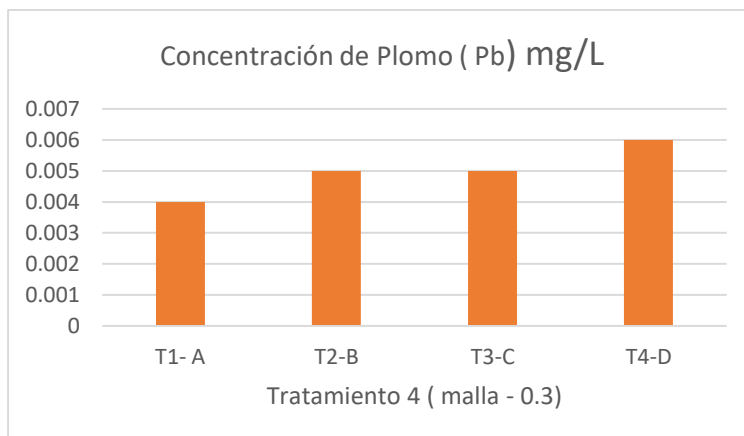


Gráfico 4. Concentración de Pb(mg/L) después de T4

Fuente: elaboración propia

Del gráfico N° 4, se puede apreciar que tiempo de contacto con el biosorbente es de 12 horas, pues a más tiempo de exposición el biosorbente disminuye su poder de absorción.

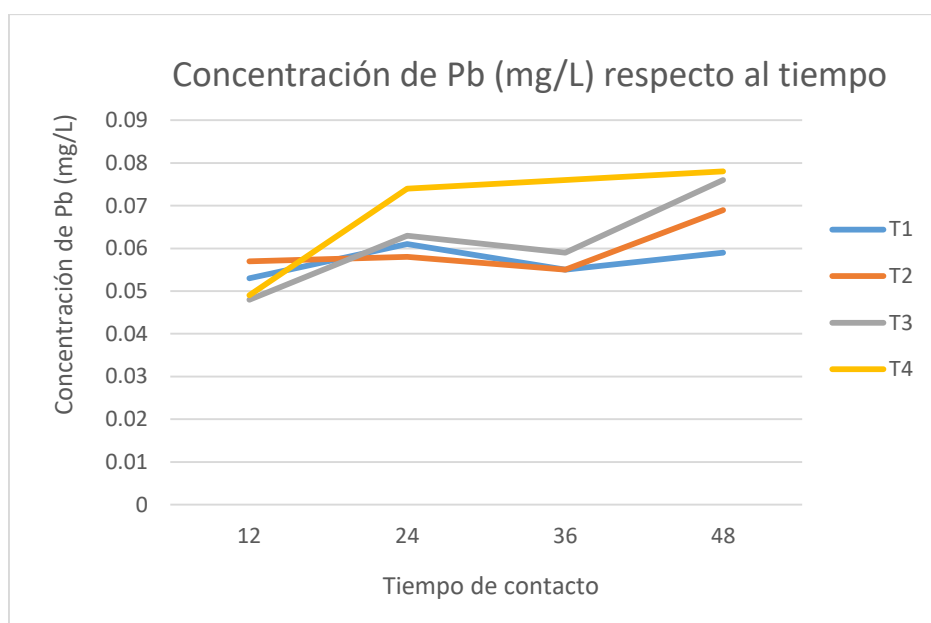


Gráfico 5. Concentración de Pb respecto al tiempo en los 04 tratamientos

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 5, se aprecia que para los 04 tratamientos hubo una reducción considerable de concentración de Pb, debido a la absorción del biosorbente tusa de maíz. Deduciendo el mejor tratamiento en Pb es el T1, es decir la malla +1.00 mm, en un tiempo de 12 horas, notándose ver que en los otros tiempos de contacto las concentraciones se encuentran igual que a los estándares permitidos por el ECA.

Cadmio

Tabla 15. Análisis de Cd después del tratamiento 1

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	1	21.5	21.3	21.9	21.8
pH	pH		6.54	6.3	6.21	6.47
Cadmio (Cd)	mg/l		0.003	0.005	0.005	0.004

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 15, respecto al tratamiento 1 en Cd, se observó que el mejor tratamiento es el T1-A. con un 21.5 °C y con un pH de 6.54 es decir ligeramente ácido en un tiempo de 12 horas.

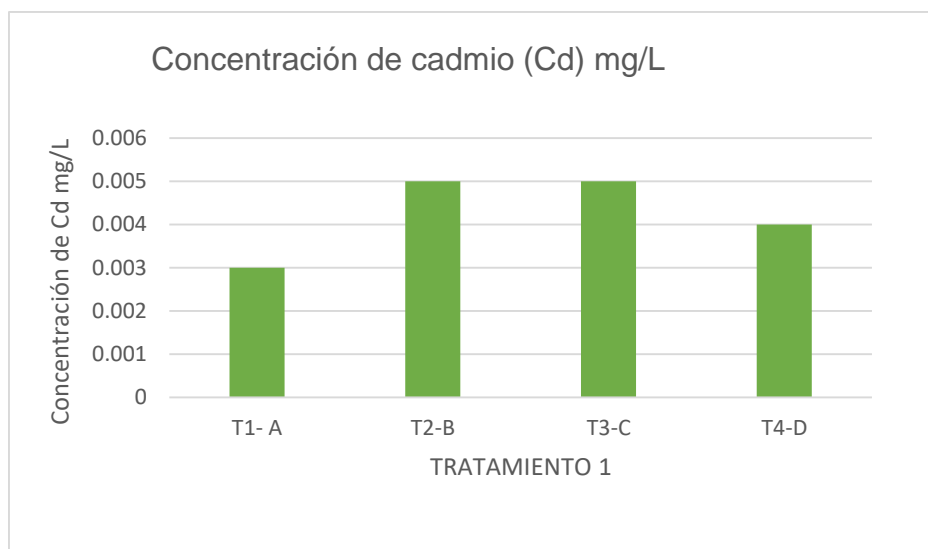


Gráfico 6. Concentración de Cd(mg/L) después de T1

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 6, se observa que la concentración de Cd está a un nivel por debajo de los ECA, y en el T1-A igual a la malla +1.00 en un tiempo de 12 horas logró remover iones de Cd hasta 0.003 mg/L. También se observa un ascendencia y descendencia de la concentración de Cd.

Tabla 16. Análisis de Cd después del tratamiento 2

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	2	21.5	21.3	20.9	21
pH	pH		6.38	6.15	5.77	5.84
Cadmio (Cd)	mg/l		0.005	0.004	0.005	0.006

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 16, respecto al tratamiento 2 en Cd, se observó que el mejor tratamiento es el T2-B. con un 21.3 °C y con un pH de 6.15 ligeramente ácido; en un tiempo de 24 horas.

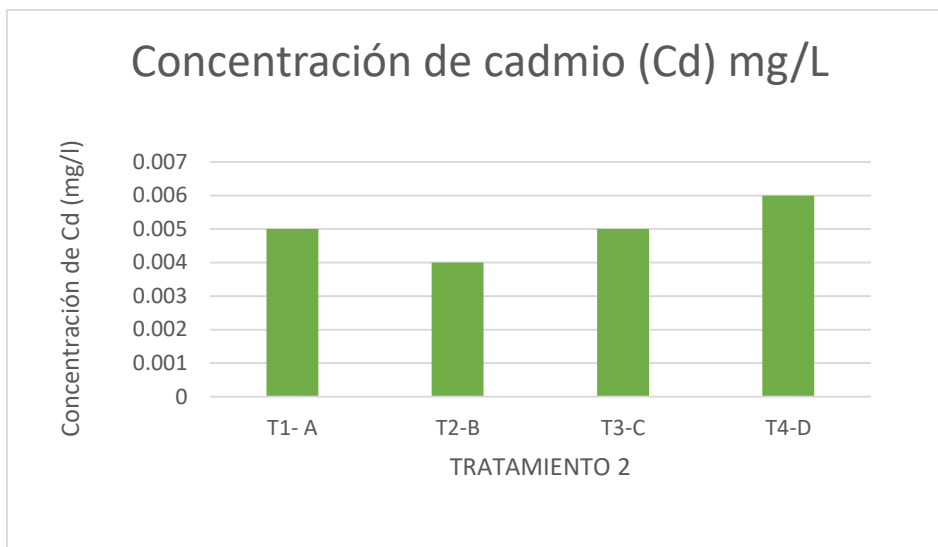


Gráfico 7. Concentración de Cd(mg/L) después de T2

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 7, se observa que la concentración de Cd del T2 redujo a un 0.004 mg/L en un tiempo de 12 horas y tamaño +0.425 mm pues indicando que se encuentra por debajo de los ECA que es de 0.005 mg/l. También se aprecia que la concentración de Cd ha ido aumentando y disminuyendo debido a la capacidad de absorción de la tusa de maíz.

Tabla 17. Análisis de Cd después del tratamiento 3

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T°	°C	3	21.5	20.9	21.9	21.8
pH	pH		6.46	6.15	5.82	6.08
Cadmio (Cd)	mg/l		0.004	0.005	0.005	0.006

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 17, respecto al tratamiento 3 en Cd, se observó que el mejor tratamiento es el T1-A. con un 21.3 °C y con un pH de 6.15 ligeramente ácido; en un tiempo de 12 horas.

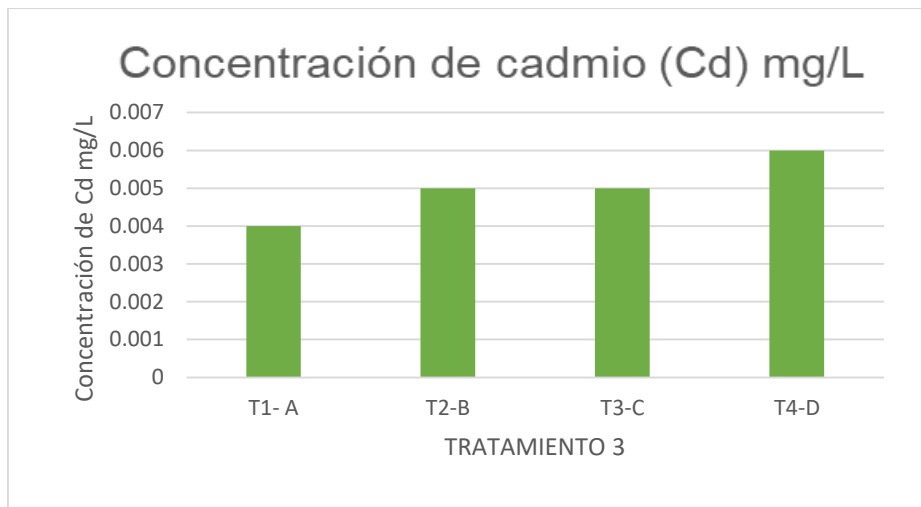


Gráfico 8. Concentración de Cd(mg/L) después de T3

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 8, se aprecia el grado de concentración del Cd a un 0.004 lo que significa que se encuentra debajo por los ECA que es de 0.005 mg/l en un tiempo de 12 horas y tamaño de partícula +0.3 mm. Sin embargo, en un tiempo de 24 (T2-B) y 36 (T3-C) horas la concentración de Cd se mantuvo.

Tabla 18. Análisis de Cd después del tratamiento 4

Parámetro	Unidades	Tratamiento	resultados			
			T1- A	T2-B	T3-C	T4-D
T	°C	4	20.9	21.3	22	21.7
pH	pH		6.9	6.15	5.5	5.4
Cadmio (Cd)	mg/l		0.005	0.007	0.006	0.006

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 18, respecto al tratamiento 4 en Cd, el mejor tratamiento es el T1-A con un 21.3 °C y con un pH de 6.15 ligeramente ácido; en un tiempo de 12 horas.

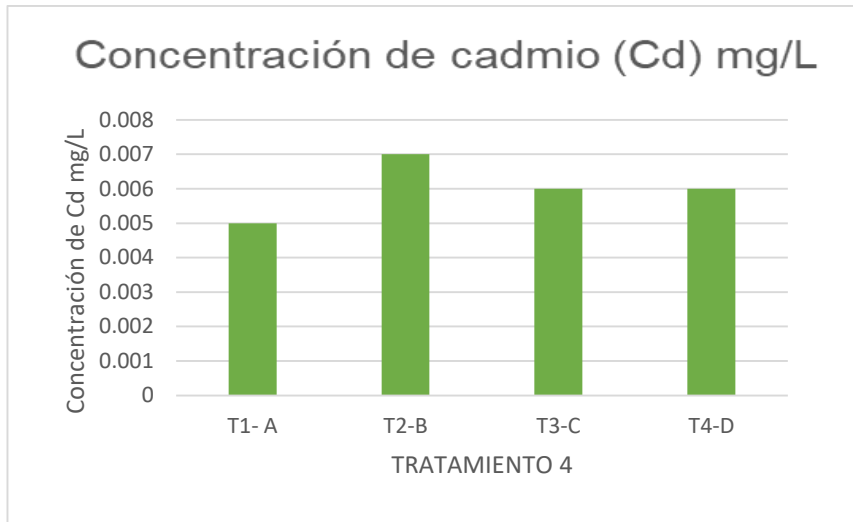


Gráfico 9. Concentración de Cd(mg/L) después de T4

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 9, se aprecia que el mejor tratamiento fue el de 12 horas (T1-A) con un 0.005 mg/L. También se observa el grado de concentración en los tiempos de contacto ha ido ascendiendo y disminuyendo la concentración de Cd.

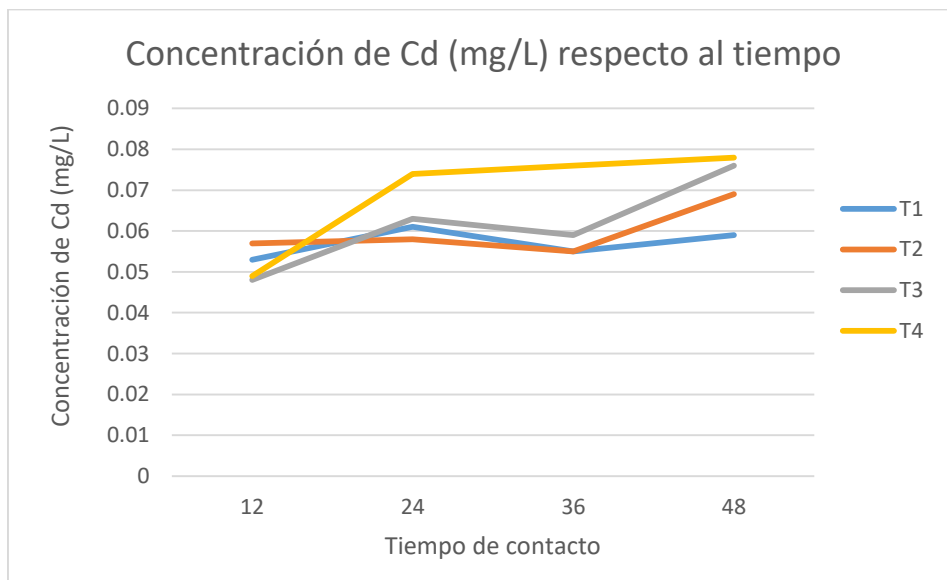


Gráfico 10. Concentración de Cd respecto al tiempo en los 04 tratamientos

Fuente: elaboración propia

En el gráfico N°10 se puede apreciar que el mejor tratamiento es el T1 que es el tamaño de partícula +1.00 mm en un tiempo de 12 horas, viendo que las concentraciones están por debajo de los ECA. Mientras que en tiempo de 24 y 36 se mantuvo, por la capacidad de absorción del biosorbente es decir que el biosorbente se saturó y no admitió más concentraciones de Cd.

3.2. Peso del biosorbente después de filtrar

Tabla 19. Peso del biosorbente en malla +1.00

Repeticiones	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto			
		12 horas	24 horas	36 horas	48 horas
R - 1	+ 1.00 mm	86 gr	120 gr	67 gr	86 gr
R - 2	+ 1.00 mm	94 gr	115 gr	102 gr	95 gr
R - 3	+ 1.00 mm	98 gr	105 gr	119 gr	104 gr

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Peso del biosorbente en malla +0.425 mm

Repeticiones	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto			
		12 horas	24 horas	36 horas	48 horas
R - 1	+ 0.425 mm	147	134	155	147
R - 2	+ 0.425 mm	170	159	153	164
R - 3	+ 0.425 mm	182	177	183	167

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Peso del biosorbente en malla +0.3 mm

Repeticiones	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto			
		12 horas	24 horas	36 horas	48 horas
R - 1	+ 0.3 mm	128	165	147	128
R - 2	+ 0.3 mm	165	149	180	184
R - 3	+ 0.3 mm	172	185	186	183

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Peso del biosorbente en malla -0.3 mm

Fuente: elaboración propia

Repeticiones	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto			
		12 horas	24 horas	36 horas	48 horas
R - 1	- 0.3 mm	157	112	116	157
R - 2	- 0.3 mm	167	150	156	148
R - 3	- 0.3 mm	200	200	170	176

3.2. Prueba de Capacidad de Biosorción

Con los datos de la experimentación y los resultados de análisis se procedió a calcular la capacidad de biosorción para el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).

$$Q_{eq} = \frac{C_i - C_f}{m} \times V$$

Dónde:

Q_{eq}: la capacidad de biosorción en equilibrio

C_i: concentración inicial del metal

C_f: concentración del equilibrio

V: volumen de la muestra

m: cantidad de biomasa en gr.

Tabla 23. Capacidad de biosorción del Plomo (Pb)

Mallas	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	volumen (ml)	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	Capacidad de biosorción mg/g
Malla +1.00 mm	0.121	0.053	350	25	12 horas	0.952
Malla+0.425mm	0.121	0.061	350	25	12 horas	0.840
Malla +0.3 mm	0.121	0.055	350	25	12 horas	0.924
Malla - 0.3 mm	0.121	0.059	350	25	12 horas	0.868
Malla +1.00 mm	0.121	0.057	350	25	24 horas	0.896
Malla +0.425 mm	0.121	0.058	350	25	24 horas	0.882
Malla +0.3 mm	0.121	0.055	350	25	24 horas	0.924
Malla - 0.3 mm	0.121	0.069	350	25	24 horas	0.728
Malla +1.00 mm	0.121	0.048	350	25	36 horas	1.022
Malla +0.425 mm	0.121	0.063	350	25	36 horas	0.812
Malla +0.3 mm	0.121	0.059	350	25	36 horas	0.868
Malla - 0.3 mm	0.121	0.076	350	25	36 horas	0.630
Malla +1.00 mm	0.121	0.049	350	25	48 horas	1.008
Malla +0.425 mm	0.121	0.074	350	25	48 horas	0.658
Malla +0.3 mm	0.121	0.076	350	25	48 horas	0.630
Malla - 0.3 mm	0.121	0.078	350	25	48 horas	0.602

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Capacidad de biosorción del Cadmio (Cd)

Mallas	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen (ml)	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	Capacidad de biosorción (mg/g)
Malla +1.00 mm	0.012	0.003	350	25	12 horas	0.126
Malla +0.425 mm	0.012	0.005	350	25	12 horas	0.098
Malla +0.3 mm	0.012	0.004	350	25	12 horas	0.112
Malla - 0.3 mm	0.012	0.005	350	25	12 horas	0.098
Malla +1.00 mm	0.012	0.005	350	25	24 horas	0.098
Malla +0.425 mm	0.012	0.004	350	25	24 horas	0.112
Malla +0.3 mm	0.012	0.005	350	25	24 horas	0.098
Malla - 0.3 mm	0.012	0.007	350	25	24 horas	0.070
Malla +1.00 mm	0.012	0.005	350	25	36 horas	0.098
Malla +0.425 mm	0.012	0.005	350	25	36 horas	0.098
Malla +0.3 mm	0.012	0.005	350	25	36 horas	0.098
Malla - 0.3 mm	0.012	0.006	350	25	36 horas	0.084
Malla +1.00 mm	0.012	0.004	350	25	48 horas	0.112
Malla +0.425 mm	0.012	0.006	350	25	48 horas	0.084
Malla +0.3 mm	0.012	0.006	350	25	48 horas	0.084
Malla - 0.3 mm	0.012	0.006	350	25	48 horas	0.084

Fuente: elaboración propia

3.3. Prueba de Capacidad de Remoción

Teniendo los datos y resultados de los análisis de concentraciones finales de Pb y Cd en 3 repeticiones, se procedió a calcular la capacidad de remoción a los dichos metales, utilizando la tusa de maíz.

$$\% \text{ remoción} = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Dónde:

Ci: Concentración inicial (mg/ L)

Cf: Concentración final (mg/ L)

Tabla 25. Remoción de Plomo (Pb) en diferente granulometría

Muestra	Tiempo de contacto (hr)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	% de Remoción
Malla +1.00 mm	12	0.121	0.053	56.20 %
Malla +0.425 mm		0.121	0.061	49.59 %
Malla +0.3 mm		0.121	0.055	54.55 %
Malla - 0.3 mm		0.121	0.059	51.24 %
Malla +1.00 mm	24	0.121	0.057	52.89 %
Malla +0.425 mm		0.121	0.058	52.07 %
Malla +0.3 mm		0.121	0.055	54.55 %
Malla - 0.3 mm		0.121	0.069	42.98 %
Malla +1.00 mm	36	0.121	0.048	60.33 %
Malla +0.425 mm		0.121	0.063	47.93 %
Malla +0.3 mm		0.121	0.059	51.24 %
Malla - 0.3 mm		0.121	0.076	37.19 %
Malla +1.00 mm	48	0.121	0.049	59.50 %
Malla +0.425 mm		0.121	0.074	38.84 %
Malla +0.3 mm		0.121	0.076	37.19 %
Malla - 0.3 mm		0.121	0.078	35.54 %

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°25, muestra que el tamaño que hizo un mayor porcentaje de remoción de plomo, y fue la malla +1.00 mm en un tiempo de 36 horas con un nivel de concentración de 0.048 mg/L de Pb, lo cual indica que está por debajo de los estándares permitido.

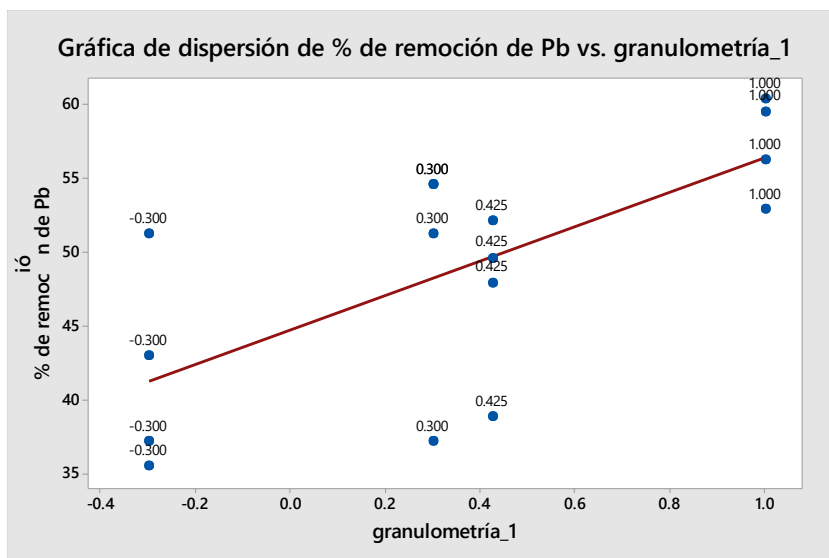


Gráfico 11. Relación de % de remoción en Pb con la granulometría

Fuente: Programa Minitab 18

En el gráfico N°11. se puede apreciar la ubicación de todas las mallas empleadas en la investigación siendo la malla +1.00 mm que hizo una mayor remoción de iones de Pb, por lo tanto se deduce que es el tamaño óptimo en remoción de Pb.

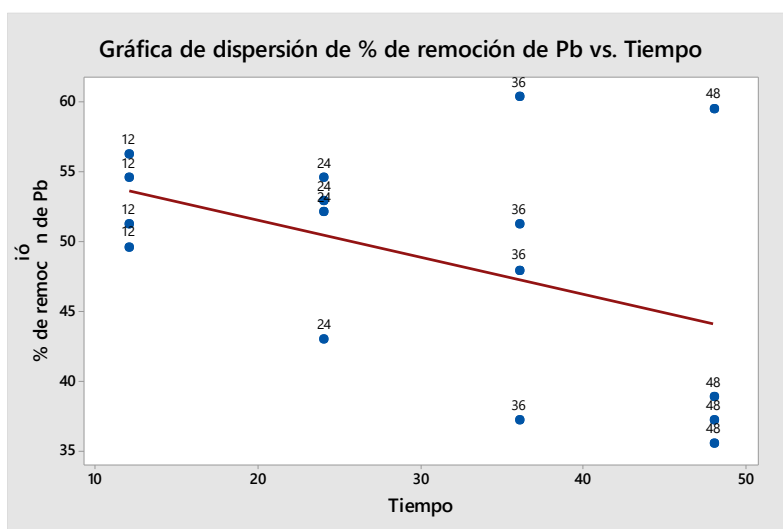


Gráfico 12. Relación de % de remoción en Pb con el tiempo de contacto

Fuente: Programa Minitab 18

De la gráfica N°12 se aprecia en medio de la línea los tiempos de contacto empleados en la investigación, siendo el tiempo de 12 horas la más óptima en poseer mayor % de remoción en Pb.

Tabla 26. Remoción de Cadmio (Cd) en diferente granulometría

Muestra	Tiempo de contacto (hr)	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	% de Remoción
Malla +1.00 mm	12	0.012	0.003	75.00 %
Malla +0.425 mm		0.012	0.005	58.33 %
Malla +0.3 mm		0.012	0.004	66.67 %
Malla - 0.3 mm		0.012	0.005	58.33 %
Malla +1.00 mm	24	0.012	0.005	58.33 %
Malla +0.425 mm		0.012	0.004	66.67 %
Malla +0.3 mm		0.012	0.005	58.33 %
Malla - 0.3 mm		0.012	0.007	41.67 %
Malla +1.00 mm	36	0.012	0.005	58.33 %
Malla +0.425 mm		0.012	0.005	58.33 %
Malla +0.3 mm		0.012	0.005	58.33 %
Malla - 0.3 mm		0.012	0.006	50.00 %
Malla +1.00 mm	48	0.012	0.004	66.67 %
Malla +0.425 mm		0.012	0.006	50.00 %
Malla +0.3 mm		0.012	0.006	50.00 %
Malla - 0.3 mm		0.012	0.006	50.00 %

En la Tabla 39 se muestra el % de remoción de Cd en diferente granulometría y en diferentes tiempos de contacto, lo que indica que la malla +1.00 mm es el tamaño de partícula óptimo para remover altos niveles de concentraciones de Cadmio, con un 75 % en un tiempo de 12 horas.

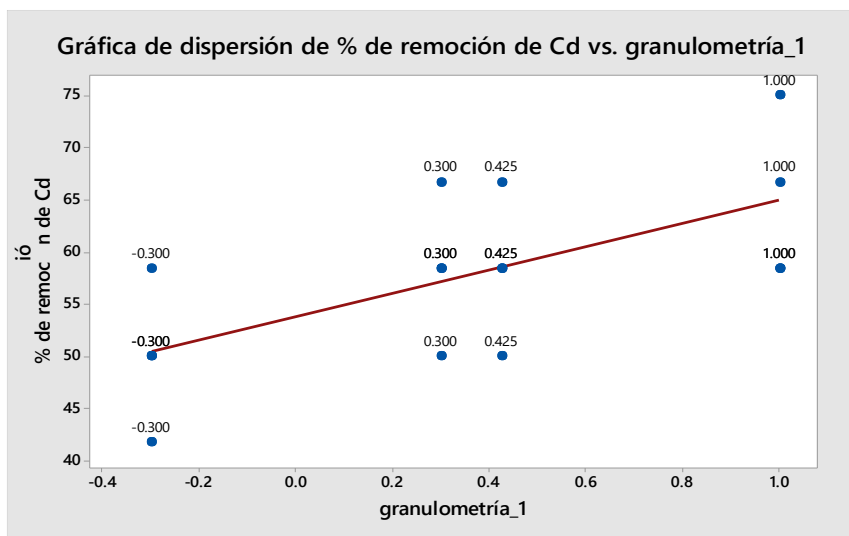


Gráfico 13. Relación del %de remoción de Cd y granulometría

Fuente: Programa Minitab 18

En el gráfico se puede observar toda la ubicación de las mallas en su porcentaje de remoción de Cd siendo la malla +1.00 mm que hizo una mayor remoción de iones de Cd, por lo tanto, se deduce que es el tamaño óptimo en remoción de Cd.

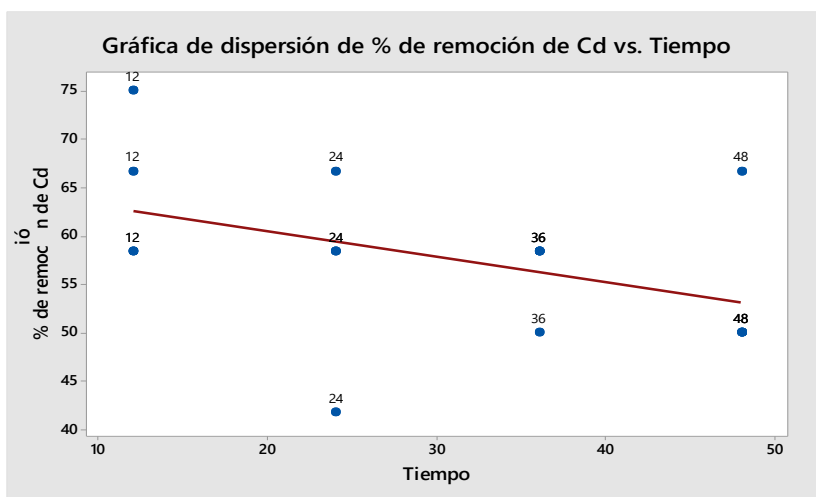


Gráfico 14. Relación del %de remoción de Cd y la hora de contacto

Fuente: Programa Minitab 18

De la gráfica se observa en medio de la línea los tiempos de contacto empleados en la investigación, siendo el tiempo de 12 horas la más óptima en poseer mayor %de remoción en Cd.

3.4. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

1. Prueba de Normalidad

1.1. Prueba de normalidad de concentración final de Cd

Se utilizó la prueba de Ryan Joiner, para determinar si los datos obtenidos en la biosorción de Cd y Pb con la tusa de maíz siguen una distribución normal. Las hipótesis fueron las siguientes:

H₀: Los datos presentan una distribución normal

H₁: Los datos no presentan una distribución normal

b) Regla de decisión:

El nivel de significancia utilizado fue de 0.05 ($\alpha=0.05$), si el valor de p fuera menor o inclusive igual al nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula y se aceptaría que los datos no presentan una distribución normal, de lo contrario si el valor de p resultara mayor a 0.05 (nivel de significancia) se aceptaría la hipótesis nula y por tanto se concluiría que los datos presentan una distribución normal.

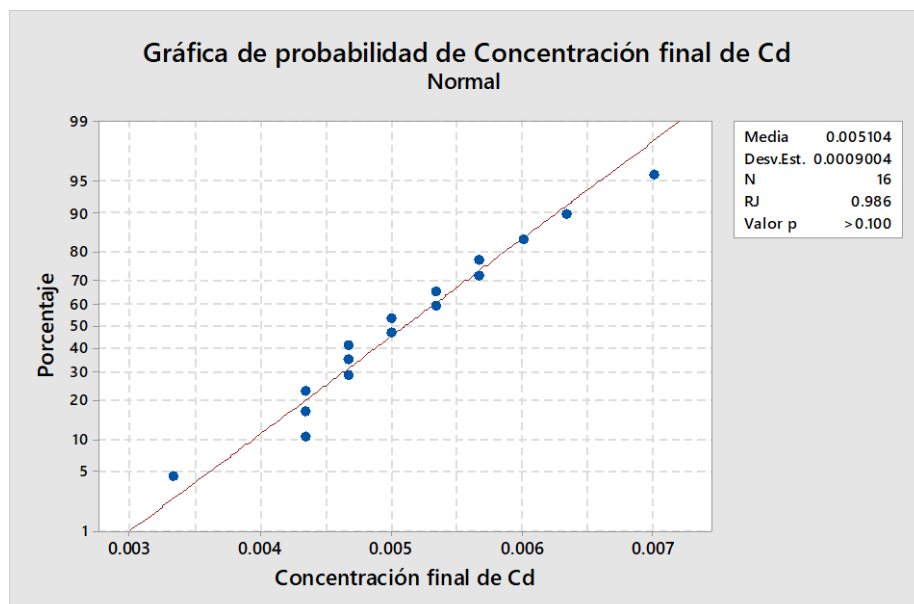


Gráfico 15.. Probabilidad de Concentración final de Cd

Fuente: Programa Minitab 18

Gráfico N° 15: Se puede observar que los puntos de los datos están cerca de la línea de distribución ajustada. Las distribuciones normales tienden a ubicarse cerca de la línea recta, a lo largo de esta, por lo tanto, los datos se ajustan a la distribución normal.

c) Resultado:

p es mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos de la concentración final de Cd presentan una distribución normal.

1.2. Prueba de normalidad de concentración final de Pb

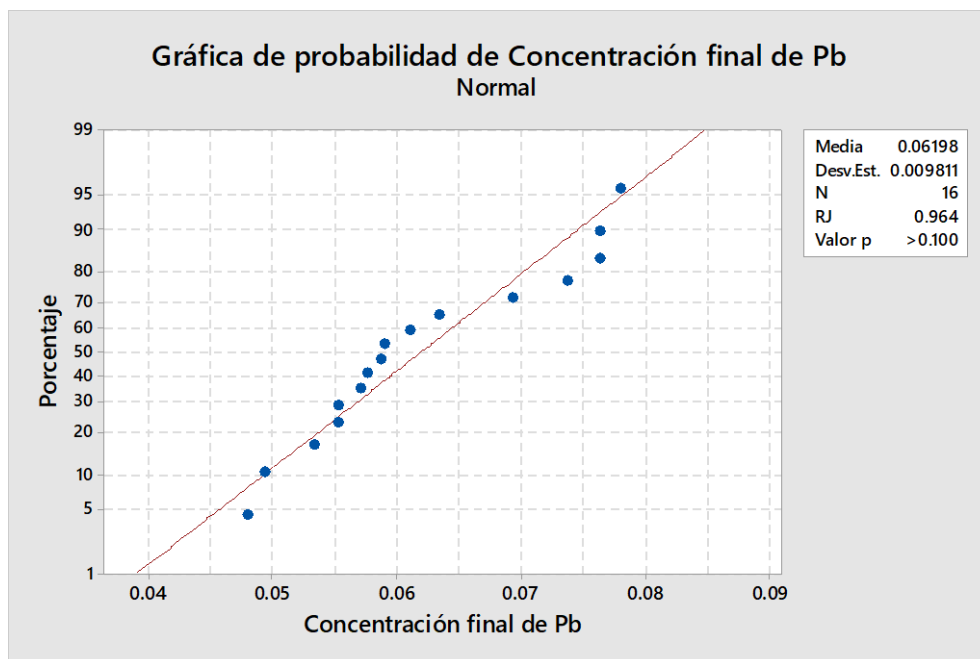


Gráfico 16.. Concentración final de Pb

Fuente: Programa Minitab 18

Gráfico N° 16. Se puede observar que los puntos de los datos están relativamente cerca de la línea recta. Las distribuciones normales tienden a ubicarse cerca de la línea recta, a lo largo de esta, por lo tanto, los datos se ajustan a la distribución normal.

a) Prueba de Hipótesis

H0: Los datos presentan una distribución normal

H1: Los datos no presentan una distribución normal

b) Regla de decisión

valor de $p > 0.05$ (nivel de significancia) se acepta la hipótesis nula

c) Resultado

se puede observar que p es mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos de la concentración final de Pb presentan una distribución normal.

1.3. Prueba de normalidad del % de remoción de Cd

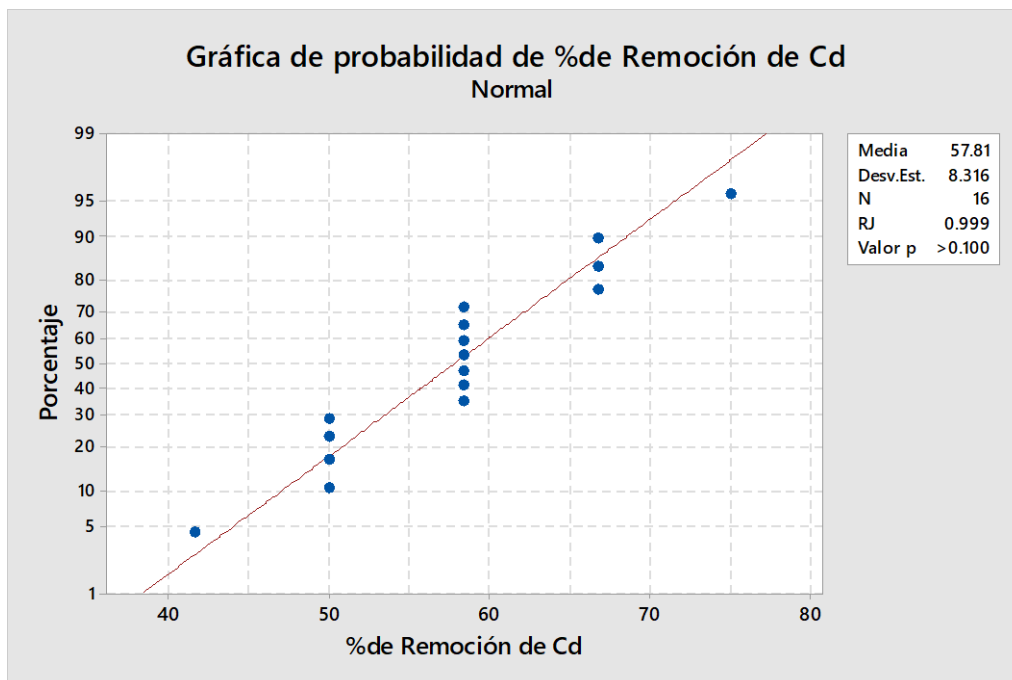


Gráfico 17. Probabilidad de % de remoción de Cd

Fuente: Programa Minitab 18

Grafico N°17: En el presente grafico se puede observar los puntos de los datos relativamente cerca de la línea de distribución ajustada, por lo tanto, los datos se ajustan a la distribución normal.

a) Prueba de Hipótesis

H0: Los datos presentan una distribución normal

H1: Los datos no presentan una distribución normal

b) Regla de decisión

valor de $p > 0.05$ (nivel de significancia) se acepta la hipótesis nula

c) Resultado

el valor de p es mayor a la significancia 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula es decir que los datos del % de remoción de Cd presenta una distribución de tipo normal.

1.4. Prueba de normalidad del % de remoción de Pb

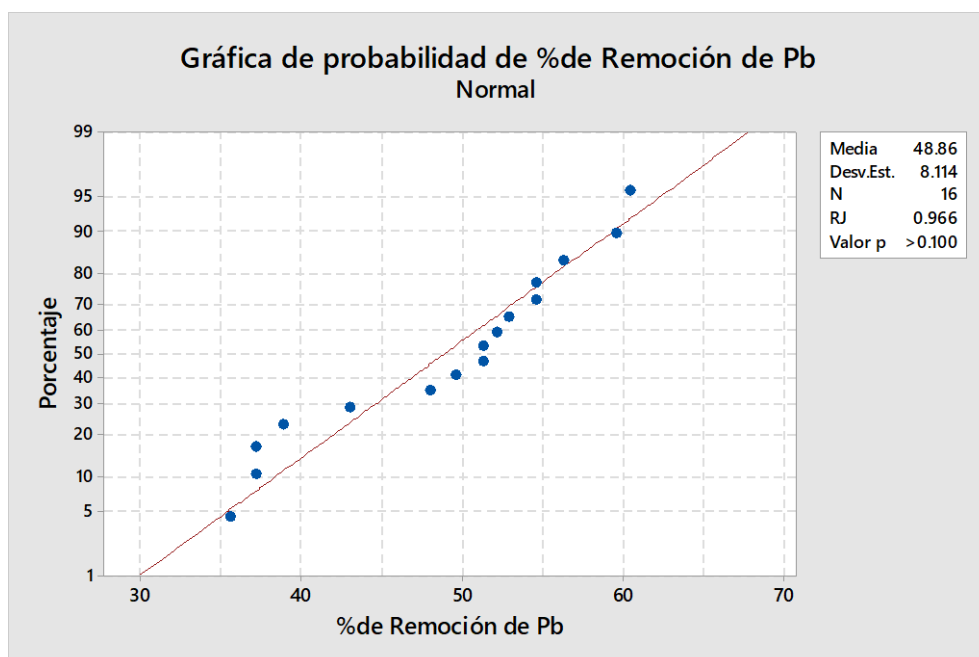


Gráfico 18. Probabilidad de % de remoción de Pb

Fuente: Programa Minitab 18

Grafico N°18. Los puntos de los datos están cerca de la línea recta de distribución ajustada. Las distribuciones normales tienden a ubicarse cerca de la línea recta, a lo largo de esta, por lo tanto, los datos se ajustan a la distribución normal.

a) Prueba de Hipótesis

H0: Los datos presentan una distribución normal

H1: Los datos no presentan una distribución normal

b) Regla de decisión

valor de $p > 0.05$ (nivel de significancia) se acepta la hipótesis nula

c) Resultado

El valor p es mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos de la remoción de Pb presentan una distribución normal.

2. Prueba de hipótesis:

La prueba fue desarrollada mediante el cálculo estadístico T- Student pareada, esta prueba nos ayudó a determinar si el agua tratada con la tuza de maíz presenta concentraciones diferentes antes y después del tratamiento.

La hipótesis general planteada fue la utilizada:

“La especie *Zea mays L.* es eficiente para la remoción del Pb y Cd en las aguas del Río Rímac”

La afirmación de la hipótesis general mencionada se utilizó por cada parámetro evaluado, verificándose así la existencia de remoción, la contratación de las hipótesis fue planteadas así:

a) Prueba de Hipótesis

H0: Las concentraciones de contaminantes de Cd luego del tratamiento son mayores que las del agua inicial

H1: Las concentraciones de contaminantes del Cd luego del tratamiento son menores que las del agua inicial

b) Regla de decisión

Valor $p < 0.05$ Se rechaza la H0

2.1. Prueba de hipótesis de Concentraciones de inicial y final de Cd
IC y Prueba T pareada: Concentración final de Cd; ... ción inicial de Cd

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Concentración final de Cd	16	0.005104	0.000900	0.000225
Concentración inicial de Cd	16	0.012000	0.000000	0.000000

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para la diferencia_μ
-0.006896	0.000900	0.000225	-0.006501

diferencia_μ: media de (Concentración final de Cd - Concentración inicial de Cd)

Prueba

Hipótesis nula H_0 : diferencia_μ = 0
Hipótesis alterna H_1 : diferencia_μ < 0

Valor T	Valor p
-30.64	0.000

Gráfico 19. Prueba T pareada de la concentración inicial y final de Cd

Fuente: Programa Minitab 18

a) Prueba de Hipótesis

H0: Las concentraciones de contaminantes de Cd luego del tratamiento son mayores que las del agua inicial.

H1: Las concentraciones de contaminantes del Cd luego del tratamiento son menores que las del agua inicial.

b) Regla de decisión

Valor $p < 0.05$ Se rechaza la H0

c) Resultado

El valor p es menor que la significancia (0.05) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna es decir que las concentraciones de Cd después del tratamiento son menores que las de la inicial.

2.2. Prueba de hipótesis de Concentraciones de inicial y final de Pb

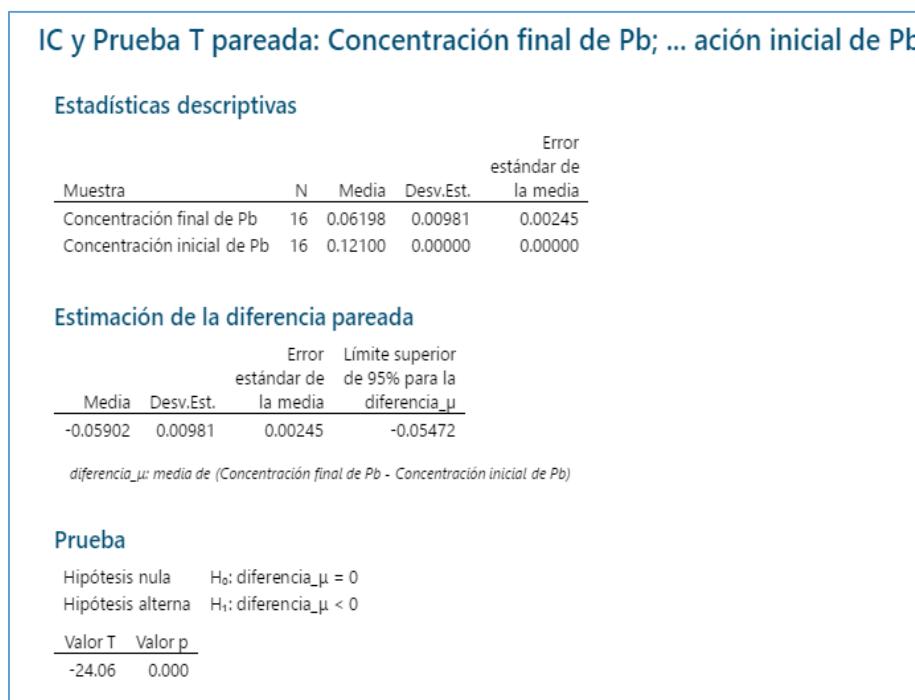


Gráfico 20. Prueba T pareada de Concentración inicial y final de Pb

Fuente: Programa Minitab 18

a) Prueba de Hipótesis

H0: Las concentraciones de contaminantes de Pb luego del tratamiento son mayores que las del agua inicial.

H1: Las concentraciones de contaminantes del Pb luego del tratamiento son menores que las del agua inicial.

b) Regla de decisión

Valor $p < 0.05$ Se rechaza la H0

c) Resultado

el valor p es menor que la significancia (0.05) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna es decir que las concentraciones de Pb después del tratamiento son menores que las de la inicial

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto a las informaciones recopiladas de varios autores sobre el uso de la tusa de maíz como biosorbente en el proceso de biosorción de Pb y Cd en aguas contaminadas, se efectuará una comparación con la biomasa.

En la investigación, los análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras tratadas con tusa de maíz en diferentes tamaños de partículas, hubo una variación en cuanto al pH, variando en un rango de disminución de 7 a 5 unidades de pH, contrastando este resultado con el artículo científico de VERA, et. al. (2015) titulada “Desarrollo de materiales sorbentes para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras” empleo la tusa de maíz como biosorbente lo cual resulto que el pH de sus muestras varió a 4.5 por lo que indico que este material contiene propiedades ácidas. Por lo tanto, se deduce la influencia de este parámetro en el proceso de biosorción.

En la granulometría, se trabajó con 4 diferentes tamaños de partícula (+1.00 mm, +0.425 mm, +0.3 mm, - 0.3 mm) de biomasa tusa de maíz, siendo el tamaño de partícula +1. 00 mm la más óptima en retener mayor ion de plomo (Pb) a un 60.33% y 75% para cadmio (Cd), mientras que no concuerda con la investigación de TEJADA, HERRERA Y NÚÑEZ (2016) titulada “Remoción de plomo por biomasa residuales de cáscara de naranja (*Sitrus sinenses*) y zuro de maíz (*Zea mays*)” empleó diferentes tamaño de partícula de tusa de maíz que es de 0,5 mm, 0,355 mm, y 1 mm. Siendo el tamaño 0,5 mm la más eficiente que hizo un 66% de remoción en plomo (Pb), deduciendo que a mayor tamaño de reducción de biomasa el porcentaje de remoción sería alta. En vista a esa deducción en la investigación se trabajó con tamaños menores de 0.5 mm, los cuales redujeron pero no fueron tan óptimos en la concentración de iones de Pb y Cd.

En la metodología de la investigación se empleó un sistema tipo batch utilizando botellas de plásticos sin una fuente de energía para el proceso de biosorción con la muestra RRC (350 ml) y con la biomasa utilizado tusa de maíz (25 gr) en tiempos de contacto de 12, 24, 36, 48 horas logrando que las concentraciones de ambos metales iniciales disminuyan y se acerquen a los estándares permitidos, con una remoción de 75 % en Cd y 60.33% en Pb a diferencia de la tesis de SÁNCHEZ (2016) titulada “Biosorción en tanque agitado de Cd⁺² y Pb⁺² con cáscara de cacao”, que empleó un sistema de tanque agitado con energía , en tiempos de contacto en

minutos por lo que removió con un 86.92 % de Cd y en 96.74 % en Pb utilizando biomasa cáscara de cacao.

Los resultados obtenidos en la investigación en cuanto a la capacidad máxima de saturación de la tusa de maíz fue 1.022 mg/g, en un tiempo de 36 horas y 60.33% de remoción y no concuerda con la investigación de ORÉ, LAVADO Y BENDEZÚ (2015) en su investigación "Biosorción de Pb(II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays L.*) empleando un sistema batch y ajustando los datos con modelos matemáticos, y en tiempo de 90 min logrando tener una capacidad máxima de saturación de la tusa de maíz de 7.9 mg/g. con una remoción de 97% en Pb.

V. CONCLUSIÓN

1. En granulometría, la que presento mayor afinidad en el tratamiento de biosorción de Pb y Cd es la malla + 1.00 mm logrando llegar al nivel de concentración permitido por los estándares de calidad del agua.
2. La tusa de maíz es eficiente para la remoción de Pb y Cd, ya que baja los niveles de concentración en diferentes tiempos y en diferentes tamaños.
3. Se dedujo una capacidad máxima de biosorción de 0.005 mg/L para plomo y para cadmio un 0.004 mg/L, esto indica que las concentraciones de plomo y cadmio van por debajo de los ECA que es de 0.05 mg/L para Pb y 0.005 para Cd.
4. A mayor tiempo de exposición con la biomasa tusa de maíz, se efectúa una influencia en el pH de la muestra, variando en un rango de disminución de 7.20 a 5.20, debido a que el material biosorbente se encuentra en sitios ácidos como menciona en uno de nuestros antecedentes científicos.
5. La capacidad de biosorción es decir la retención de iones metálicos de plomo fue de 1.022 mg de Pb/L con un porcentaje de remoción de 60% y para Cadmio con un 0.126 mg de Cd/L en un 75 %, lo que indica que tuvo mayor retención en iones metálicos por parte del cadmio.
6. En tiempo de contacto, la que presento mayor remoción de Cd en un determinado tiempo es la de 12 horas, logrando disminuir el nivel de concentración por debajo de los estándares y para Pb en tiempo de 36 h.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un previo análisis a la tusa de maíz para conocer las propiedades o componentes hacia una mayor afinidad con la remoción de metales. Así también realizar una comparación de componentes con otros materiales biosorbentes para la mejora del tratamiento de biosorción de plomo y cadmio.
2. Desarrollar con modelos matemáticos para mayor ajuste a los datos experimentales.
3. Realizar en un proceso continuo la biosorción de tusa de maíz con 2 tipos de tamaño de partícula.
4. Considerarlas las influencias del proceso de biosorción como temperatura, pH, tamaño de partícula.
5. Realizar un estudio de recuperación de los metales de Pb y Cd por el proceso de desorción.
6. Realizar a la investigación otras condiciones de estudios como diferencia de dosis del biosorbente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calida de los Recursos Hídricos Superficiales. 2016.

Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

-CALERO, M., et al. Evaluación de la biosorción de cobre con cáscara de almendra. Universidad de Granada. España, mayo, 2011.

-DÁVILA, N. Caracterización del proceso de biosorción de metales pesados mediante residuos sólidos de cascaras de café. Universidad Autónoma de Nuevo León, septiembre, 2012. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/2728/1/1080237535.pdf>

-GARABOTO Mayantino [et.al]. Biosorción de cadmio y plomo en solución con lenteja de agua (lemna obscura) inmovilizada en Silica. *Dialnet. Revista Digital de Investigación y Postgrado*. 2015, n°.2. ISSN 2244-7393.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5282243>

-IZQUIERDO, A. Evaluación del cultivo de maíz (Zea mays), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Cayambe – Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Enero, 2015.

- LARA, J. et. al. Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao. Universidad del Valle Colombia, Octubre 2016,n° 48.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v29n2/0120-100X-rion-29-02-00113.pdf>

-MARRUGO, José., URANGO, Iván y SANCHEZ., Juan. Biosorción simultanea de plomo y cadmio en solución acuosa por biomasa de hongos *Penicillium sp.* Dialnet. *Revista Temas Agrarios*. Mayo 2014, n° 1. ISSN 0122-7610

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4994546>

- MORENO, A., FIGUEROA, D. Y HORMAZA, A. Diseño estadístico para la remoción eficiente del colorante rojo 40 sobre tusa de maíz. Producción + Limpia, julio-diciembre, 2012, n° 2,Vol.7.

-ORÉ, F., LAVADO, C. Y BENDEZÚ, S. Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays*). Scielo. Revista Soc. Quím. Perú. Mayo 2015, n° 2.

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n2/a05v81n2.pdf>

-Biosorción para la eliminación de metales pesados en aguas de desecho por Luis Federico Salas [et.al]. *Dialnet* [en línea], Junio 2010, n°.2. ISSN 1575-3417

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3221198>

-SANCHEZ, A. Biosorción en tanque agitado de Cd⁺² y Pb⁺² con cáscara de cacao. Universidad de Cuenca - Ecuador, 2016, pp.1-116. Disponible <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25242/3/Tesis.pdf>

-TEJADA, C., HERRERA, A. Y NÚÑEZ, J. Remoción de plomo por biomasa residuales de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y zuro de maíz (*Zea mays*). Artículo Científico, Enero-Junio 2016, n°.1.

-VERA, Luisa.[et.al]. Desarrollo de materiales sorbentes para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras. *Dialnet. Revista de química teórica y aplicada*. Marzo 2016,n°.574. ISSN 0001-9704

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774162>

-VILLANUEVA, C. Biosorción de Cobre por biomasa pretratada de cascara de citrus sinensis (naranja), citrus limonium (limón) y Opuntia Ficus (Palmeta de nopal). Lima, Perú, 2006. Disponible en:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2112/1/Villanueva_hc.pdf

-VIZCAÍNO, L. Y FUENTES, N. Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, diciembre 2015, 25(1).

VIII. ANEXO

Anexo 1. Ficha De Instrumentos

FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

Ubicación	Departamento	Provincia	Distrito
Sistemas de coordenadas geográficas	Proyección	Norte	
	Zona		Este

Cuerpo de agua	
Categoría del cuerpo de agua	
Temporada	

Fuentes de contaminación	Efluentes Industriales	Si	No	Observación:
	Efluentes domésticos	Si	No	Observación:
	Otros efluentes de contaminación	Si	No	Observación:

Ficha de registro de datos para Plomo

Muestra		Concentración inicial (mg/L)	Concentración final(mg/L)	Volumen (L)	Peso de la biomasa	Tiempo de exposición	% de remoción
P1							
P2							
P3							
P4							
P5							

Fuente: elaboración propia

Ficha de registro de datos para Cadmio

Muestra		Concentración inicial (mg/L)	Concentración final(mg/L)	Volumen (L)	Peso de la biomasa	Tiempo de exposición	% de remoción
P1							
P2							
P3							
P4							
P5							

Fuente: elaboración propia

Ficha De Registro De Toma De Muestra

Responsable del muestreo			Código
Fecha de muestreo			
Hora de muestreo			
Lugar de muestreo			
Tipo de muestreo			
Tipo de envase			
Parámetros in situ:	ph		
	T° del ambiente		
	T° del agua		
	Conductividad		
	Turbidez		

Fuente: elaboración propia

ESTANDARES DE LA CALIDAD DEL AGUA

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

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₇ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**

Carbamato

Anexo 2. Fotos Referenciales del trabajo de investigación

ARROJAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ORILLAS DEL RÍO RÍMAC- ZONA DE CORCONA

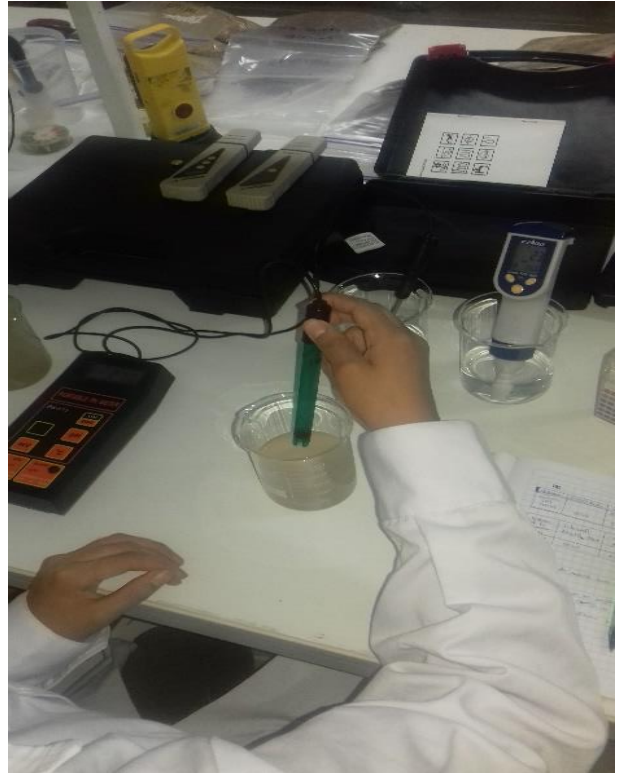


INTERPERISMO DE LAS ROCAS



ENTRADA DE LA ZONA DE ESTUDIO





Anexo 3. Análisis de las muestras



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE 17 MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : **JOYCE MELANNY SANCHEZ QUISPE**
Procedencia de muestras : Río Rimac – Corcona
Recepción de muestras : Lima, 23 de Abril del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS

	Muestra	Vol(ml)	Pb(mg/L)	Cd(mg/L)
1	Muestra R.R. Corcona Inicial	---	0.121	0.012
2	Malla +1.00 mm (12h)	100/25	0.054	0.004
3	Malla +0.425 mm (12h)	100/25	0.070	0.006
4	Malla + 0.3 mm (12h)	100/25	0.074	0.008
5	Malla - 0.3 mm (12h)	100/25	0.070	0.006
6	Malla +1.00 mm (24h)	100/25	0.062	0.008
7	Malla +0.425 mm (24h)	100/25	0.077	0.006
8	Malla + 0.3 mm (24h)	100/25	0.074	0.009
9	Malla - 0.3 mm (24h)	100/25	0.087	0.012
10	Malla +1.00 mm (36h)	100/25	0.065	0.006
11	Malla +0.425 mm (36h)	100/25	0.086	0.008
12	Malla + 0.3 mm (36h)	100/25	0.073	0.007
13	Malla - 0.3 mm (36h)	100/25	0.093	0.007
14	Malla +1.00 mm (48h)	100/25	0.053	0.006
15	Malla +0.425 mm (48h)	100/25	0.066	0.008
16	Malla + 0.3 mm (48h)	100/25	0.121	0.009
17	Malla - 0.3 mm (48h)	100/25	0.099	0.008

Lima, 26 de Abril del 2018


MSc. Atilio Merdeza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE 16 MUESTRAS DE AGUA- 2do. Tratamiento Tuza de Maiz

SOLICITADO POR : JOYCE MELANNY SANCHEZ QUISPE

Procedencia de muestras : Río Rimac – Corcona

Recepción de muestras : Lima, 4 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS

	Muestra	ml/ml	Pb(mg/L)	Cd(mg/L)
1	Malla - 0.3 mm (12h)	100/25	0.054	0.005
2	Malla + 0.3 mm (12h)	100/25	0.060	0.003
3	Malla +0.425 mm (12h)	100/25	0.074	0.004
4	Malla +1.00 mm (12h)	100/25	0.066	0.003
5	Malla - 0.3 mm (24h)	100/25	0.062	0.006
6	Malla + 0.3 mm (24h)	100/25	0.072	0.004
7	Malla +0.425 mm (24h)	100/25	0.069	0.004
8	Malla +1.00 mm (24h)	100/25	0.077	0.004
9	Malla - 0.3 mm (36h)	100/25	0.064	0.005
10	Malla + 0.3 mm (36h)	100/25	0.082	0.004
11	Malla +0.425 mm (36h)	100/25	0.074	0.004
12	Malla +1.00 mm (36h)	100/25	0.085	0.004
13	Malla - 0.3 mm (48h)	100/25	0.050	0.004
14	Malla + 0.3 mm (48h)	100/25	0.062	0.004
15	Malla +0.425 mm (48h)	100/25	0.099	0.003
16	Malla +1.00 mm (48h)	100/25	0.089	0.003

Lima, 7 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendez A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE DIECISIETE MUESTRAS DE AGUA

SOLICITADO POR : JOYCE MELANNY SANCHEZ QUISPE
Procedencia de muestras : Corcona-Río Rimac-3er. Tratamiento
Recepción de muestras : Lima, 11 de Junio del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS

	Muestra	Pb(mg/L)	Cd(mg/L)
1	Malla +1.00mm(12h)	0.040	0.003
2	Malla +0.425mm(12h)	0.039	0.004
3	Malla +3.00mm(12h)	0.032	0.002
4	Malla -3.00mm(12h)	0.052	0.004
5	Malla +1.00mm(24h)	0.032	0.003
6	Malla +0.425mm(24h)	0.027	0.003
7	Malla +3.00mm(24h)	0.020	0.003
8	Malla -3.00mm(24h)	0.059	0.003
9	Malla +1.00mm(36h)	0.034	0.004
10	Malla +0.425mm(36h)	0.030	0.004
11	Malla +3.00mm(36h)	0.032	0.003
12	Malla -3.00mm(36h)	0.072	0.007
13	Malla +1.00mm(48h)	0.036	0.004
14	Malla +0.425mm(48h)	0.056	0.006
15	Malla +3.00mm(48h)	0.046	0.005
16	Malla -3.00mm(48h)	0.085	0.007
17	Prueba Piloto	0.063	0.007

Lima , 18 de Junio del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Registro de datos del % de remoción de Pb (1ra repetición)

Muestras	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen de la muestra	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
RRC -1	0.121	0.054	350 ml	25 gr	12 horas	55.37 %
RRC - 2	0.121	0.07	350 ml	25 gr	12 horas	42.15 %
RRC -3	0.121	0.074	350 ml	25 gr	12 horas	38.84 %
RRC -4	0.121	0.07	350 ml	25 gr	12 horas	42.15 %
RRC -5	0.121	0.062	350 ml	25 gr	24 horas	48.76 %
RRC -6	0.121	0.077	350 ml	25 gr	24 horas	36.36 %
RRC -7	0.121	0.074	350 ml	25 gr	24 horas	38.84 %
RRC -8	0.121	0.087	350 ml	25 gr	24 horas	28.10 %
RRC -9	0.121	0.065	350 ml	25 gr	36 horas	46.28 %
RRC -10	0.121	0.086	350 ml	25 gr	36 horas	28.93 %
RRC -11	0.121	0.073	350 ml	25 gr	36 horas	39.67 %
RRC -12	0.121	0.093	350 ml	25 gr	36 horas	23.14 %
RRC -13	0.121	0.053	350 ml	25 gr	48 horas	56.20 %
RRC -14	0.121	0.066	350 ml	25 gr	48 horas	45.45 %
RRC -15	0.121	0.121	350 ml	25 gr	48 horas	0.00 %
RRC -16	0.121	0.099	350 ml	25 gr	48 horas	18.18 %

Registro de datos del % de remoción de Pb (2da repetición)

Muestras	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
RRC -1	0.121	0.066	350 ml	25 gr	12 horas	45.45 %
RRC -2	0.121	0.074	350 ml	25 gr	12 horas	38.84 %
RRC -3	0.121	0.06	350 ml	25 gr	12 horas	50.41 %
RRC -4	0.121	0.054	350 ml	25 gr	12 horas	55.37 %
RRC -5	0.121	0.077	350 ml	25 gr	24 horas	36.36 %
RRC -6	0.121	0.069	350 ml	25 gr	24 horas	42.98 %
RRC -7	0.121	0.072	350 ml	25 gr	24 horas	40.50 %
RRC -8	0.121	0.062	350 ml	25 gr	24 horas	48.76 %
RRC -9	0.121	0.085	350 ml	25 gr	36 horas	29.75 %
RRC -10	0.121	0.074	350 ml	25 gr	36 horas	38.84 %
RRC -11	0.121	0.082	350 ml	25 gr	36 horas	32.23 %
RRC -12	0.121	0.064	350 ml	25 gr	36 horas	47.11 %
RRC -13	0.121	0.089	350 ml	25 gr	48 horas	26.45 %
RRC -14	0.121	0.099	350 ml	25 gr	48 horas	18.18 %
RRC -15	0.121	0.062	350 ml	25 gr	48 horas	48.76 %
RRC -16	0.121	0.05	350 ml	25 gr	48 horas	58.68 %

Registro de datos del % de remoción de Pb (3ra repetición)

Muestras	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
RRC -1	0.121	0.040	350 ml	25 gr	12 horas	66.9
RRC - 2	0.121	0.039	350 ml	25 gr	12 horas	67.8
RRC -3	0.121	0.032	350 ml	25 gr	12 horas	73.6
RRC -4	0.121	0.052	350 ml	25 gr	12 horas	57.0
RRC -5	0.121	0.032	350 ml	25 gr	24 horas	73.6
RRC -6	0.121	0.027	350 ml	25 gr	24 horas	77.7
RRC -7	0.121	0.020	350 ml	25 gr	24 horas	83.5
RRC -8	0.121	0.059	350 ml	25 gr	24 horas	51.2
RRC -9	0.121	0.034	350 ml	25 gr	36 horas	71.9
RRC -10	0.121	0.030	350 ml	25 gr	36 horas	75.2
RRC -11	0.121	0.032	350 ml	25 gr	36 horas	73.6
RRC -12	0.121	0.072	350 ml	25 gr	36 horas	40.5
RRC -13	0.121	0.036	350 ml	25 gr	48 horas	70.2
RRC -14	0.121	0.056	350 ml	25 gr	48 horas	53.7
RRC -15	0.121	0.046	350 ml	25 gr	48 horas	62.0
RRC -16	0.121	0.085	350 ml	25 gr	48 horas	29.8

Registro de datos del % de remoción de Cd (1ra repetición)

Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
0.012	0.004	350 ml	25 gr	12 horas	66.67
0.012	0.006	350 ml	25 gr	12 horas	50.00
0.012	0.008	350 ml	25 gr	12 horas	33.33
0.012	0.006	350 ml	25 gr	12 horas	50.00
0.012	0.008	350 ml	25 gr	24 horas	33.33
0.012	0.006	350 ml	25 gr	24 horas	50.00
0.012	0.009	350 ml	25 gr	24 horas	25.00
0.012	0.012	350 ml	25 gr	24 horas	0.00
0.012	0.006	350 ml	25 gr	36 horas	50.00
0.012	0.008	350 ml	25 gr	36 horas	33.33
0.012	0.007	350 ml	25 gr	36 horas	41.67
0.012	0.007	350 ml	25 gr	36 horas	41.67
0.012	0.006	350 ml	25 gr	48 horas	50.00
0.012	0.008	350 ml	25 gr	48 horas	33.33
0.012	0.009	350 ml	25 gr	48 horas	25.00
0.012	0.008	350 ml	25 gr	48 horas	33.33

Registro de datos del % de remoción de Cd (2da repetición)

Muestras	Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
RRC -1	0.012	0.003	350 ml	25 gr	12 horas	75.00
RRC - 2	0.012	0.004	350 ml	25 gr	12 horas	66.67
RRC -3	0.012	0.003	350 ml	25 gr	12 horas	75.00
RRC -4	0.012	0.005	350 ml	25 gr	12 horas	58.33
RRC -5	0.012	0.004	350 ml	25 gr	24 horas	66.67
RRC -6	0.012	0.004	350 ml	25 gr	24 horas	66.67
RRC -7	0.012	0.004	350 ml	25 gr	24 horas	66.67
RRC -8	0.012	0.006	350 ml	25 gr	24 horas	50.00
RRC -9	0.012	0.004	350 ml	25 gr	36 horas	66.67
RRC -10	0.012	0.004	350 ml	25 gr	36 horas	66.67
RRC -11	0.012	0.004	350 ml	25 gr	36 horas	66.67
RRC -12	0.012	0.005	350 ml	25 gr	36 horas	58.33
RRC -13	0.012	0.003	350 ml	25 gr	48 horas	75.00
RRC -14	0.012	0.003	350 ml	25 gr	48 horas	75.00
RRC -15	0.012	0.004	350 ml	25 gr	48 horas	66.67
RRC -16	0.012	0.004	350 ml	25 gr	48 horas	66.67

Registro de datos del % de remoción de Cd (3ra repetición)

Concentración inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Volumen	Peso de la biomasa	Tiempo de contacto	% de Remoción
0.012	0.003	350 ml	25 gr	12 horas	75.00
0.012	0.004	350 ml	25 gr	12 horas	66.67
0.012	0.002	350 ml	25 gr	12 horas	83.33
0.012	0.004	350 ml	25 gr	12 horas	66.67
0.012	0.003	350 ml	25 gr	24 horas	75.00
0.012	0.003	350 ml	25 gr	24 horas	75.00
0.012	0.003	350 ml	25 gr	24 horas	75.00
0.012	0.003	350 ml	25 gr	24 horas	75.00
0.012	0.004	350 ml	25 gr	36 horas	66.67
0.012	0.004	350 ml	25 gr	36 horas	66.67
0.012	0.003	350 ml	25 gr	36 horas	75.00
0.012	0.007	350 ml	25 gr	36 horas	41.67
0.012	0.004	350 ml	25 gr	48 horas	66.67
0.012	0.006	350 ml	25 gr	48 horas	50.00
0.012	0.005	350 ml	25 gr	48 horas	58.33
0.012	0.007	350 ml	25 gr	48 horas	41.67

Concentración final de Pb y Cd en una granulometría + 1.00 mm

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +1.00 mm	12 horas	0.054	0.004
R -2	Malla +1.00 mm		0.066	0.003
R -3	Malla +1.00 mm		0.04	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +1.00 mm	24 horas	0.062	0.008
R -2	Malla +1.00 mm		0.077	0.004
R -3	Malla +1.00 mm		0.032	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +1.00 mm	36 horas	0.065	0.006
R -2	Malla +1.00 mm		0.045	0.004
R -3	Malla +1.00 mm		0.034	0.004

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +1.00 mm	48 horas	0.053	0.006
R -2	Malla +1.00 mm		0.059	0.003
R -3	Malla +1.00 mm		0.036	0.004

Concentración final de Pb y Cd en una granulometría de +0.425 mm

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.425 mm	12 horas	0.070	0.006
R -2	Malla +0.425 mm		0.074	0.004
R -3	Malla +0.425 mm		0.039	0.004

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.425 mm	24 horas	0.077	0.006
R -2	Malla +0.425 mm		0.069	0.004
R -3	Malla +0.425 mm		0.027	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.425 mm	36 horas	0.086	0.008
R -2	Malla +0.425 mm		0.074	0.004
R -3	Malla +0.425 mm		0.03	0.004

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.425 mm	48 horas	0.066	0.008
R -2	Malla +0.425 mm		0.099	0.003
R -3	Malla +0.425 mm		0.056	0.006

. Concentración final de Pb y Cd en una granulometría de +0.3 mm

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.3 mm	12 horas	0.074	0.008
R -2	Malla +0.3 mm		0.06	0.003
R -3	Malla +0.3 mm		0.032	0.002

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.3 mm	24 horas	0.074	0.009
R -2	Malla +0.3 mm		0.072	0.004
R -3	Malla +0.3 mm		0.02	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.3 mm	36 horas	0.073	0.007
R -2	Malla +0.3 mm		0.072	0.004
R -3	Malla +0.3 mm		0.032	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.3 mm	48 horas	0.121	0.009
R -2	Malla +0.3 mm		0.062	0.004
R -3	Malla +0.3 mm		0.046	0.005

Concentración final de Pb y Cd en una granulometría de - 0.3 mm

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla - 0.3 mm	12 horas	0.07	0.006
R -2	Malla - 0.3 mm		0.054	0.005
R -3	Malla - 0.3 mm		0.052	0.004

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla - 0.3 mm	24 horas	0.087	0.012
R -2	Malla - 0.3 mm		0.062	0.006
R -3	Malla - 0.3 mm		0.059	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla +0.3 mm	36 horas	0.073	0.007
R -2	Malla +0.3 mm		0.072	0.004
R -3	Malla +0.3 mm		0.032	0.003

Rep.	Muestra	Tiempo	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)
R -1	Malla - 0.3 mm	48 horas	0.099	0.008
R -2	Malla - 0.3 mm		0.05	0.004
R -3	Malla - 0.3 mm		0.085	0.007

Anexo 4. Validación de Instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cermeno Castromonte Cecilia
 1.2. Cargo e institución donde labora: doante
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sanchez Augusto Joyce

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %

Lima,
 CECILIA LIBIA CERMENO CASTROMONTE
 INGENIERA AGRÓNOMA
 Reg. CIP. N° 123075

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44071425 Telf. 991857964

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cermeno Castromonte Cecilia
 1.2. Cargo e institución donde labora: docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sanchez Quispe Jory

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 201
 CECILIA CERMENO CASTROMONTE
 INGENIERA ACORRONOMIA
 Reg. CIP. N° 122075

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44071428 Telf.: 991852964

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cermeno Castromonte Cecilia
 1.2. Cargo e institución donde labora: docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de propiedad física del biosistema
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sánchez Quispe Joyce

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

97 %

Lima, CERMEÑO CASTROMONTE CECILIA del 201
 INGENIERA AGRÓNOMA
 Reg. CIP. N° 123075

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 4407428 Telf: 991857964

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Registro de Toma de muestra
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sanchez Quispe Joyce

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

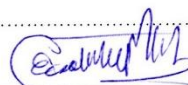
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 201



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 04792944 Telf: 970 853 845

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- 1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.O. C.E.N.T.E. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sánchez Quiza Joyce

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

94 %

Lima, del 201

(Firma)
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 09792944 Telf.: 870.833.844

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CARREÑA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DO. C.E.N.T.G. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de dato
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sanchez Quipo Jorya

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 201


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 04702444 Telf. 970 853 845

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TEODORO VERA ESTEFANY GLOYS
- 1.2. Cargo e institución donde labora: SUPERVISORA DE PRACTICAS
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE REGISTRO DE COMPO
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Joyce Sanchez Quirope

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 06 / 11 del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 42217861. Telf. 983914629

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: TEODORO YARA ESTEFANY GLADYS
 1.2. Cargo e institución donde labora: SUPERVISORA DE PRACTICAS
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Registro de toma de muestra.
 1.4. Autor(A) de Instrumento: JOYCE SANCHEZ QUISEP

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

 Lima, 06 / 11 del 201 7

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 42217861 Telf. 983914629

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: TEODOLO VARA STEFANY GLADYS
 1.2. Cargo e institución donde labora: SUPERVISORA DE PRACTICAS
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: JOYCE SANCHEZ GUISPE

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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :


90 %

 Lima, 06 / 11 del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 42217861 Telf: 983914629



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BIOSORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO CON LA TUSA DE MAÍZ (*Zea mays* L.),
EN LAS AGUAS DEL RÍO RÍMAC- ZONA DE CORCONA, HUAROCHIRÍ

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

AUTOR:
SANCHEZ QUISPE JOYCE MELANNY

ASESOR:
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA, PERÚ
2018

Resumen de coincidencias

16 %

Se están viendo fuentes estándar
[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias		
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 % >
2	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	2 % >
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 % >
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 % >
5	support.minitab.com Fuente de Internet	1 % >
6	revistas.udca.edu.co Fuente de Internet	<1 % >
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 % >
8	raco.cat Fuente de Internet	<1 % >



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F04-PP-FR-02.02
Versión : 07
Fecha : 31-03-2017
Página : 1 de 1

Yo, Jave Nakayo Jorge Leonardo, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) del Proyecto de tesis titulada "Biosorción de Plomo y Cadmio con la tusa de maíz (Zea mays L.) en las aguas del Río Rimac- zona de Corcona, Huarochiri", del (de la) estudiante Joyce Melanny Sanchez Guispe, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Los Olivos, 04 de setiembre de 2018



Firma .

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo

DNI N° 01066653

Baboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
--------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANCHEZ QUIRPE, Joyce Melanny

INFORME TITULADO:

Biosorción de Plomo y Cadmio con la Tusa de maíz

(Zea mays L.), en las aguas del Río Címac - Tonos de Conono, Huancabamba.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 16/07/2010

NOTA O MENCIÓN: 14 (P+KCE)



[Handwritten signature]
DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Apellidos y Nombres: Juan Melany
D.N.I.: 73161300
Domicilio: Av. 1^{ra} de Mayo No. 11490, Arequipa, Perú
Teléfono Fijo: Móvil: 98298368
E-mail: joymelany@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad: Ingeniería
Escuela: Pregrado de Ingeniería Ambiental
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título: Ingeniería Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Juan Melany

Título de la tesis:

Discusión de Plomo y Cadmio con la tasa de metales (Zn, Mg, Li)
en las aguas del Río Rimac - Zona de Corcona

Año de publicación: 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento.

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma: [Firma]

Fecha: 01/07/2018