



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

TESIS

**“POTENCIAL DEL ZURO DE MAÍZ (*zea mays*)
COMO BIOSORBENTE EN SOLUCION ACUOSA
PARA REMOVER PLOMO DIVALENTE
EN AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL
LABORATORIO, PACHACAMAC, 2018”**

Presentado por el Bachiller:

SILVA LAVALLE, Ericson Joel

Para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mi familia y en especial a mi madre
quien es la que me empuja a cumplir
con mis metas propuestas.

El Autor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud y sabiduría.

A mi familia, por ser mi impulso.

Al personal de laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, en el local de Pachacamac por permitirme desarrollar la presente tesis

A la Universidad por brindarme los conocimientos esenciales para el desarrollo de mi carrera.

INDICE

	Nº
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. Problema General	16
1.2.2. Problema Especifico	16
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivo Especifico	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5. IMPORTANCIA	18

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

2.1. MARCO REFERENCIAL	20
2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO LEGAL	27
2.2.1. DS N° 031-2010-SA REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	27
2.2.2. D.S N° 015-2015 MINAM ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA, PARA AGUA POTABLE TIPO A2.	27
2.3. MARCO CONCEPTUAL	28
2.3.1. pH	28
2.3.2. SST	28
2.3.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	28
2.3.4. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	28
2.3.5. CAPACIDAD DEL ZURO DE MAÍZ COMO BIOSORBENTE	28
2.3.6. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO	29
2.3.7. EFLUENTE	29
2.3.8. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS	29
2.3.9. GRADO DE TRATAMIENTO	29
2.3.10. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	29
2.3.11. REUSO DE AGUAS RESIDUALES	29

2.3.12. SÓLIDOS DISUELTOS	30
2.3.13. SÓLIDOS SEDIMENTABLES	30
2.3.14. TRATAMIENTO CONJUNTO	30
2.3.15. TRATAMIENTO PRIMARIO	30
2.3.16. DOSIS OPTIMA DE BIOSORBENTE	30
2.3.17. TRATAMIENTO SECUNDARIO	30
2.3.18. TRATAMIENTO TERCARIO	31
2.3.19. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA)	31
2.3.20. VERTIMIENTO	32
2.4. MARCO TEÓRICO	32
2.4.1. BIOADSORCIÓN	32
2.4.2. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE BIOADSORCIÓN	33
2.4.3. TAXONOMIA DEL MAÍZ ZEA MAYS	35
2.4.4. MAÍZ AMILÁCEO (MA)	35
2.4.5. CARACTERIZACION DEL ZURO DE MAÍZ AMILÁCEO	36
2.4.6. USOS DEL MAÍZ	37
2.4.7. CONTAMINANTES DE AGUAS	38
2.4.8. PLOMO (Pb)	38
2.4.9. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	39

CAPITULO III

FUNDAMENTOS METODOLOGICOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. Método	40
3.1.2. Tipo	40
3.1.3. Nivel	41
3.2. DISEÑO	41
3.3. VARIABLES	43
3.3.1. Potencial del zuro de maíz Zea mays como Biosorbente en medio acuoso	43
3.3.2. Remoción de plomo divalente en aguas contaminadas	43
3.4. HIPÓTESIS	43
3.4.1. Hipótesis General	43
3.4.2. Hipótesis Específicas	44
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.5.1. Población	44
3.5.2. Muestra	44
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN	45
3.6.1. Técnicas	45
3.6.2. Instrumentos	45
3.6.3. Validez y Confiabilidad	45
3.6.4. Procedimiento y Análisis de la Información	46
3.6.4.1. Metodología de Trabajo	46

3.6.4.2. Metodología de Análisis de Datos	49
3.6.5. Contraste o Comprobación de la hipótesis	50
3.6.6. Cronograma de Realización de Investigación	50

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados	51
4.1.1. Parametros Iniciales	51
4.1.2. Parámetros Finales	52
4.1.3. Concentración final de Pb divalente	52
4.1.4. Porcentaje de Remoción	55
4.1.5. Capacidad de Adsorción de Zea mays	56
4.1.6. Análisis Estadísticos	63
4.2 Discusión de Resultados	66
4.3 Análisis Económico	68
4.4 Contrastación de hipótesis	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	72
	75

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz De Operacionalización de Variables y de Consistencia de la Investigación	76
ANEXO 2: Evidencias fotográficas	78
ANEXO 3: Modelo de Ficha de Registro de Observación de datos de Laboratorio	83
ANEXO 4: Informe de Resultados de análisis de Espectrofometria de Absorción Atómica	84
ANEXO 5: Power Point de Exposición	85

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Espectro de FTIR de zuro de maíz amiláceo	37
Figura N° 2: Proceso de Tratamiento	42
Figura N° 3: Proceso de obtención del Biosorbente	46
Figura N° 4: Curva de Calibración básica para espectrofotometría de determinación de concentraciones de Pb (II)	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Coeficiente de Alfa de Cronbach	45
Cuadro N° 2: Condiciones instrumentales para el análisis de Pb divalente para el análisis de absorción atómica	49
Cuadro N° 3: Cronograma de Actividades de la Tesis	50
Cuadro N° 4: N° de experimentos con parámetros correspondientes	51
Cuadro N° 5: Concentración final de Pb divalente	53
Cuadro N° 6: Porcentaje de Remoción de Pb	55
Cuadro N° 7: Capacidad de Adsorción de Zea mays	57
Cuadro N° 8: Cuadro comparativo de resultados de la capacidad de adsorción y porcentaje de remoción con resultados obtenidos por otros	62
Cuadro N° 9: Resultados de la Prueba de Normalidad	64
Cuadro N° 10: Resultados de Prueba T Student	65
Cuadro N° 11: Presupuesto de la Investigación Realizada	68
Cuadro N° 12: Contrastación de Hipótesis VS Resultados	69

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1:	Concentración final de Pb divalente	54
Gráfico N° 2:	Porcentaje de Remoción de Pb	56
Gráfico N° 3:	Capacidad de Adsorción de Zea mays	58
Gráfico N° 4:	Gráfico comparativo entre pH y porcentaje de remoción de Pb	59
Gráfico N° 5:	Gráfico comparativo entre pH y capacidad de adsorción de Zea mays	60
Gráfico N° 6:	Gráfico comparativo entre cantidad de adsorbente y porcentaje de remoción de Pb	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el potencial del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018, comprende una investigación cuantitativa experimental. Asimismo, el tipo de muestreo es no probabilístico aplicado en una muestra de 10 litros de agua residual sintética. El tratamiento de la biomasa, el zuro de maíz, se realizó por medio de un lavado con agua destilada para ser secado en la estufa a 90°C por 24 h. El material seco fue triturado a tamaño de partícula de 0.5mm. Las pruebas para determinar la capacidad del zuro de maíz para la remoción de plomo, se realizó en 3 diferentes dosis del Biosorbente 1, 2 y 4 g/L en una solución preparada de 250 mL a una concentración de 100 mg/L de Pb para someterlos a agitación de 1430 rpm por 1 h con 3 niveles de pH siendo 4, 5 y 6. Observándose una reducción en la concentración final de Pb de hasta 8.69 mg/L obteniendo un porcentaje de remoción del 91.31%. Concluyendo que el zuro de maíz *Zea mays* tiene una capacidad de adsorción máxima como Biosorbente en solución acuosa de 65,14 mg/g para remover plomo divalente en aguas contaminadas presentando un pH de 4 y una dosis optima de 4g/L.

Palabras claves: zuro de maíz, remoción de plomo, Biosorbente, aguas contaminadas

El autor

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the potential of the maize zuro (*Zea mays*) as a bioadsorbent in aqueous solution to remove divalent lead in contaminated water at the laboratory level, Pachacamac, 2018, comprising an experimental quantitative research. Also, the type of sampling is non-probabilistic applied in a sample of 10 liters of synthetic wastewater. The treatment of the biomass, the corn zuro, was carried out by washing with distilled water to be dried in the oven at 90 ° C for 24 h. The dried material was crushed to a particle size of 0.5mm. The tests to determine the capacity of the corn for the removal of lead were carried out in 3 different doses of the bioadsorbent 1, 2 and 4 g / L in a prepared solution of 250 mL at a concentration of 100 mg / L of Pb. to submit them to agitation of 1430 rpm for 1 h with 3 pH levels being 4, 5 and 6. A reduction in the final concentration of Pb of up to 8.69 mg / L was observed obtaining a percentage of removal of 91.31%. Concluding that maize *Zea mays* has a maximum adsorption capacity as a biosorbent in aqueous solution of 65.14 mg / g to remove divalent lead in contaminated water with a pH of 4 and an optimum dose of 4g / L.

key words: corn zuro , lead removal, bioadsorbent, contaminated water.

The autor

INTRODUCCIÓN

El agua se encuentra dentro de los componentes químicos más importantes para los humanos y el medio ambiente, debido a la contaminación que existe en la actualidad la hace impropia y peligrosa para el consumo humano. (Orozco, C., Pérez, A., Alfayate, J., 2003, p.21)

El incremento de contaminantes tóxicos entre estos los metales pesados provenientes de efluentes industriales en los recursos hídricos, es uno de los grandes problemas ambientales en la actualidad. Estas sustancias metálicas tienden a persistir y acumularse por un largo periodo de tiempo en el medio ambiente y son consideradas como potenciales devastadores de los ecosistemas, debido a que no solo comprometen el bienestar y el equilibrio de la fauna y la flora, también afectan la salud de los habitantes de los sectores aledaños al punto de vertimiento, a causa de su capacidad de acumulación en distintos organismos (Tejada, C; Herrera, A., Nuñez, J, 2016, p.169)

Elevadas concentraciones de iones metálicos pueden ocasionar diversos daños a la salud, como erupciones cutáneas, malestar de estómago, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, alteración del material genético, cáncer alteraciones neurológicas e inclusive muerte. (Dubey, C y Krishna, B. 2007, p 170)

En los últimos años, se han implementado diferentes alternativas para el tratamiento de aguas residuales industriales, entre las que se pueden mencionar, la precipitación química, la osmosis inversa, el intercambio iónico, entre otras; sin embargo, estos métodos han resultado costosos e ineficientes, pues no logran remover grandes cantidades de iones metálicos; además

Generan lodos durante el proceso, siendo más problemáticos de resolver (Tejada, C; Herrera, A., Nuñez, J, 2016, p.170). Ante esta situación, surge la bioadsorción, como una alternativa prometedora para la remoción de iones metálicos presentes en aguas residuales, ya que logra remover grandes porcentajes de iones metálicos, usando biomasa lignocelulósicas, como materiales adsorbentes.

El plomo es utilizado en diversas actividades industriales como la elaboración de insecticidas, baterías, pinturas, fertilizantes y tuberías de agua. Según el Estándar de Calidad de Agua (D.S. N°15-2015-MINAM) Las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1 – A1, A2, A3) solo permiten un nivel del Plomo en agua de 0,01 y 0,05 mg/L pero muchas de estas industrias superan los niveles de concentración del metal en sus efluentes.

Este estudio buscó investigar al zuro de maíz (*Zea mays*) como fuente natural para obtener un Biosorbente que permita remover Plomo (II) en aguas industriales y de esta manera, utilizar menos insumos químicos y reaprovechar la biomasa residual del maíz.

El Autor

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.

El plomo es un metal pesado muy tóxico, sus efectos sobre la salud humana incluyen anemia, hipertensión, esterilidad, daño a los riñones y retardo mental. Algunos métodos convencionales utilizados para la remoción de plomo de aguas residuales son: filtración con membrana, precipitación química e intercambio iónico, estas tecnologías muchas veces resultan no ser utilizadas por el alto costo de operación. La bioadsorción se puede definir como la retención de iones por material biológico no vivo a través de mecanismos fisicoquímicos, el proceso comprende la fase sólida (biosorbente) y la fase líquida (solvente, comúnmente agua) la cual contiene la especie disuelta a ser removida. La bioadsorción se presenta como un método atractivo debido a las ventajas que presenta, como bajo costo, ya que, generalmente se emplea biomasa sin aplicación industrial como restos orgánicos industriales y desechos agrícolas; asimismo, el material puede regenerarse, se puede retener el metal en presencia de otros cationes y es de fácil operación. Estudios recientes muestran óptimos resultados cuando el material (biomasa) presenta componentes estructurales como proteínas, polisacáridos o nucleótidos con diversos grupos funcionales como carbonilos, carboxilos, hidroxilos y grupos

Aminos o amidas; estos grupos tienen la capacidad de enlazar con los iones disueltos en la solución por atracción electrostática. Los materiales lignocelulósicos contienen uno o más de los grupos mencionados, donde la capacidad de interacción de estos con los iones depende del pH, temperatura, fuerza iónica del medio, características químicas del metal, así como la capacidad adsorbente, la cual, a su vez, depende de la especie periodo estival y zona geográfica. La modificación de la biomasa, ya sea química o física, busca incrementar el área superficial específica (entre el material Biosorbente y el ion y/o entre el número de cargas y actividad de los grupos enlazantes) y de esta manera darle un valor agregado a la biomasa.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el potencial del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?

1.2.2. Problemas específicos.

- A. ¿Cuál es la dosis optima del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?
- B. ¿Cuál es la eficacia del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el potencial del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

1.3.2. Objetivos específicos.

- A. Identificar la dosis optima del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.
- B. Demostrar la eficacia del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En la actualidad existe una creciente preocupación por la contaminación ambiental, que ha dado como resultado el aumento de investigaciones y desarrollo de tecnologías sustentables y limpias y a su vez, una normativa más rigurosa y estricta; sin embargo, en la mayoría de empresas todavía se generan aguas residuales con concentraciones de sustancias contaminantes.

Dentro de estos efluentes industriales, uno de los contaminantes con mayor repercusión en el ambiente son los

metales pesados, debido a que son considerados como unos de los grupos más peligrosos a causa de su baja biodegradabilidad, su alta toxicidad a baja concentraciones y su capacidad para acumularse en diferentes organismos.

Este estudio busca realizar un estudio de la capacidad de Pb (II) de la biomasa residual de maíz *Zea mays*, teniendo en cuenta que este biomaterial es de fácil tratamiento, alta disponibilidad, fácil consecución y bajo costo.

1.5. IMPORTANCIA.

El recurso hídrico es de suma importancia para toda la población, así como también para muchos procesos industriales que requieren de este recurso tales como: bebidas, farmacéuticas, textiles, curtiembres, etc. Generándose efluentes que contiene diversos contaminantes (sólidos en suspensión, colorantes, etc.) a raíz de estos procesos que son nocivos para el medio ambiente.

El plomo es utilizado en diversas actividades industriales como la elaboración de insecticidas, baterías, pinturas, fertilizantes y tuberías de agua. Según el Estándar de Calidad del Agua (D.S. N° 15-2015-MINAM) Las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1 – A1, A2, A3) solo permiten un nivel del Plomo en agua de 0,01 y 0,05 mg/L pero muchas de estas industrias superan los niveles de concentración del metal en sus efluentes.

Este estudio buscó investigar al zuro de maíz *Zea mays* como fuente natural para obtener un Biosorbente que permita remover Plomo (II) en aguas industriales y de esta manera, utilizar menos insumos químicos y reaprovechar la biomasa residual del maíz.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

2.1. MARCO REFERENCIAL.

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

TEJADA, C; HERRERA, A; NÚÑEZ, J. (2016). En su trabajo de investigación “Remoción de plomo por biomasas residuales de cáscara de naranja *Citrus sinensis* y zuro de maíz *Zea mays*” en la que tuvo como objetivo estudiar la adsorción como proceso para la remoción de plomo en aguas residuales industriales, usando biomasa residual, a partir de cáscara de naranja y zuro de maíz., utilizando el método experimental que consistió en realizar una comparación entre las biomasas utilizadas, variando el tamaño de partícula y el pH, con el fin de determinar las mejores condiciones de adsorción, en la que obtuvieron como resultados que las biomasas presentaron mayor capacidad de adsorción a condiciones de tamaño de partícula de 0,5 mm, para el zuro de maíz y 1mm, en la cáscara de naranja, a un pH de 6, con valores de remoción de 67,5% y 99,2%, respectivamente, llegando a la conclusión que el zuro de maíz se puede utilizar por ser tan buen adsorbente para la eliminación de Pb (II) en solución acuosa, lo que hace que sea de bajo costo y amigable con el medio ambiente. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso experimental realizado.

ORE, F; LAVADO, C; BENDEZÚ, S. (2015). En su trabajo de investigación “Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz *Zea mays*” en la que tuvo como objetivo caracterizar al biosorbente, realizar pruebas de biosorción de Pb(II) a partir de soluciones acuosas y estudiar las variables de dosis del biosorbente, cinética, concentración inicial de Pb (II) y pH, así como también correlacionar los datos experimentales de equilibrio y cinética de biosorción con los modelos matemáticos, estudiar la posibilidad de recuperar el metal y su aplicación en el tratamiento de un efluente minero, utilizando el método experimental mediante un sistema batch, en función del tiempo de contacto, dosis del biosorbente, pH inicial de la solución y concentración inicial de la solución de Pb (II), en la que obtuvieron como resultados que el zuro de maíz posee una capacidad máxima de biosorción de 7,9 mg/g. Se logró remover el 97% del Pb (II) contenido en las aguas residuales de mina, llegando a la conclusión De los ensayos de biosorción se determinó las condiciones óptimas para la remoción de Pb (II) las cuales fueron de 4g/L de biosorbente, tiempo de agitación de 90 minutos y pH 5,0 y además, la variable de mayor influencia sobre la capacidad de adsorción de Pb (II) fue el pH. Se obtuvo la máxima remoción a un pH igual a 5. Se estableció que el proceso de biosorción se dio por intercambio iónico e interacción electrostática entre el adsorbato y la superficie del biosorbente MRLZ. Este trabajo

De investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso experimental realizado. **GARCÍA, G. Y COLIN, A (2010)**. En su trabajo de investigación “Biosorption of lead by maize Zea mays stalk sponge” en la que tuvo como objetivo investigar la remoción de Pb(II) en soluciones acuosas con tallo de Maíz Zea mays, utilizando el método experimental que consistió en utilizar los modelos de equilibrio y cinética considerando los indicadores tiempo y concentración a un pH óptimo de 6 ± 2 en la que obtuvieron como resultados que el proceso de adsorción es influenciado por el pH de la solución con un porcentaje máximo de sorción del 70% de Pb (II) con un pH 7; disminuyendo su proceso de adsorción al aumentar el pH ($\text{pH} > 7$) llegando a la conclusión que el mecanismo de interacción entre el Pb (II) y el Zea mays es efectivo como Biosorbente mediante el desarrollo de procesos tanto físicos como químicos. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y en la variación de las pruebas realizadas.

PETROVIC, M; SOSTARIC, T; STOJANOVIC, M; MILOJKOVIC, J; MIHAJLOVIC, M; STANOJEVIC, M; STANKOVIC, S. (2015). En su trabajo de investigación “Removal of Pb^{2+} ions by raw corn silk Zea mays as a novel biosorbent” en la que tuvo como objetivo investigar la seda de maíz como un potencial adsorbente para la remoción de Pb(II) en soluciones acuosas, así como los efectos de diferentes parámetros como pH, dosis de seda de maíz, concentración inicial

de Pb(II), concentraciones y tiempo de contacto y los posibles mecanismos involucrados en la adsorción del Pb(II) con la seda de maíz así como también fue investigada el uso de la seda de maíz como adsorbente para la remoción de Pb(II) de aguas residuales industriales, utilizando el método experimental que consistió en utilizar un proceso de adsorción tipo Batch y un mecanismo de intercambio iónico en la que obtuvieron como resultados que el rango de la capacidad de adsorción de la seda de maíz fue de 82,5 a 90 mg/g en el intervalo de temperatura de 20 a 40 °C, respectivamente; llegando a la conclusión que la seda de Maíz *Zea mays* puede ser utilizado como un método eficiente y eco-amigable a bajo costo como Biosorbente, debido a que puede remover de una manera rápida y exitosa iones disueltos de plomo en soluciones acuosas así como también de efluentes industriales reales. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso batch experimental realizado.

MUÑOZ, J. (2007). En su trabajo de investigación “Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja *Citrus sinensis* Pretratada” en la que tuvo como objetivo estudiar la biosorción de Pb(II) a partir de soluciones acuosas diluidas por cáscara de naranja reticulada con la evaluación de la máxima capacidad de biosorción de Pb(II) por este material con ayuda de la ecuación de Langmuir, utilizando el método experimental que consistió en utilizar la determinación de la cantidad de iones biosorbidos fue la de Absorción Atómica, el

coagulante empleado fue el mucilago de la tuna y el alumbre en la que obtuvieron como resultados los experimentos sobre el efecto del pH en el proceso de biosorción de Pb(II) por cáscara de naranja pretratada, mostraron que el rango óptimo de pH se encontraba entre 4,5 - 5. Del estudio de la cinética del proceso de biosorción, se determinó que el equilibrio se alcanzó a las 4 horas del inicio del proceso de biosorción logrando un porcentaje de remoción de Pb(II) del 40%. Llegando a la conclusión que la máxima capacidad de biosorción de Pb(II) por la cáscara de naranja pretratada fue de 141,05 mg/g. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en una de las variables utilizadas (Remoción de Pb⁺⁺) y el proceso experimental realizado.

VIZCAÍNO, L Y FUENTES, N. (2015). En su trabajo de investigación

“Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna” en la que tuvo como objetivo evaluar la remoción de Cd, Pb y Zn y empleó biomaterial de algas rojas, cascara de tuna *Opuntia* sp. y naranja *Citrus* sp., utilizando el método experimental que consistió en estudiar la influencia del tratamiento previo para los ensayos en metodología batch, se aplicaron soluciones de calcio y sodio, en la que obtuvieron como resultados una máxima capacidad de adsorción de la biomasa de algas rojas alteradas con NaOH a 0,1 N y de la *Citrus* sp y la *Opuntia* sp con modificaciones consecutivas con NaOH 0,1N y CaCl₂ 0,2M, y una afección poco significativa ($\leq 1\%$) del proceso de sorción al

empacar la biomasa en placas planas de tul poliéster. La eficiencia de remoción se determinó mediante un reactor de flujo continuo de columna fija con un volumen líquido de 400 mL, 75 g de biomasa y tiempos de retención promedio de 1 y 2 h. Los resultados mostraron una eficiencia similar de las tres biombras para remover Cd y Pb, con promedios superiores al 95%, mientras que el Zn se removió con mejor eficiencia (62%) al emplear tuna modificada como sorbente llegando a la conclusión se observó que las biombras de algas rojas, Citrus sp y Opuntia sp tienen la capacidad de remover porcentajes superiores al 90% de Cd y Pb sin requerir modificación química, mientras que su capacidad para eliminar Zn se encuentra por debajo del 50% en ausencia de pretratamiento. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en una de las variables utilizadas (Remoción de Pb^{++}) y el proceso experimental realizado.

CARDONA, A; CABAÑAS, D; ZEPEDA, A (2013). En su trabajo de investigación “Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II)” en la que tuvo como objetivo evaluar la capacidad de biosorción de la cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados y el porcentaje de remoción de dichos metales, utilizando el método experimental que consistió en variar 7 parámetros fisicoquímicos (pH, tamaño de partícula de la biomasa, concentración del contaminante –metal-, cantidad de la biomasa, temperatura, tiempo

de contacto y tipo de tratamiento) asignando dos valores cada uno: alto y bajo. Como resultado de las variaciones de los parámetros y del uso de dos variaciones en las características de la biomasa se generaron 8 experimentos diferentes. A una parte de la biomasa se le realizó un tratamiento de reticulación (con CaCl_2 a 0,2 M), para producirle una mayor estabilidad mecánica. en la que obtuvieron como resultados que para el Pb (II) el experimento 4 (pH=5, tamaño de partícula=0,4mm, concentración del metal=80ppm, cantidad de cáscaras de naranja=0.5g, tiempo de contacto=2h, T=500C, biomasa con reticulación) mostró el mejor porcentaje de remoción (99,5 %) con capacidad de remoción de 9,39 mg de Pb (II) / g de cáscara de naranja. El mejor porcentaje de remoción de Zn (II) fue 99,5% y se obtuvo en el experimento 3 (pH=5, tamaño de partícula=0,48mm, concentración de metal=100ppm, cantidad de cáscara de naranja=0,5g, tiempo de contacto=4h, T=250C y biomasa sin reticulación), cuya capacidad de remoción fue de 9,95 mg de Zn (II)/ g de cáscara de naranja llegando a la conclusión que el tamaño de la partícula con mayor rendimiento tanto para la remoción de Pb (II) y Zn (II) fue el de aproximadamente 0,48 mm. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en una de las variables utilizadas (Remoción de Pb^{++}) y el proceso experimental realizado.

2.2. MARCO LEGAL.

El trabajo de investigación está enmarcado dentro del ámbito agua residuales (de tipo sintéticas). Existen aspectos legales que deben tomarse en cuenta para no transgredir las leyes nacionales, por lo que se hace referencia a aquellas leyes que tienen relación con el tema.

2.2.1 DS N° 031-2010-SA REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

El Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

2.2.2 D.S N° 015-2015 MINAM ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA, PARA AGUA POTABLE TIPO A2.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), constituyen los indicadores que miden la concentración de diferentes químicos contaminantes que se encuentran en aguas, como condición de cuerpo receptor. Si se superan los niveles indicados, representa un peligro para la salud de las personas y el medio ambiente.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1. pH. - Escala de medida entre 1 – 14 según el grado de acidez o alcalinidad en una solución acuosa. (Orozco C.)

2.3.2. SST. - Sólidos suspendidos totales partículas que se encuentra en suspensión no decantable (Orozco C.),

2.3.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO).- Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C). (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.4. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).- Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.5. CAPACIDAD DEL ZURO DE MAÍZ COMO BIOSORBENTE.- El zuro de maíz ha sido utilizado por diversos autores para la biosorción de metales pesados. Se realizó un estudio de caracterización para su uso como material sorbente, en el cual dedujo que en condiciones de reducción y clasificación por tamaños puede ser utilizado como biosorbente para la remoción de metales. (Pinzón, M, 2005)

- 2.3.6. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.** - Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.7. EFLUENTE.-** Líquido que sale de un proceso de tratamiento. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.8. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS.** - Los metales pesados son uno de los contaminantes que más afectan al ambiente, estos son considerados como sustancias altamente peligrosas a causa de su baja biodegradabilidad, su alta toxicidad a baja concentraciones y su poder de bioacumulación en distintos organismos. (Cardona-Gutierrez et al, 2013 p.2)
- 2.3.9. GRADO DE TRATAMIENTO.-** Eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor o las normas de reúso. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.10. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.-** Conjunto de obras de recolección, tratamiento y disposición y acciones de operación, monitoreo, control y vigilancia en relación a las aguas residuales. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.11. REUSO DE AGUAS RESIDUALES.-** Utilización de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico. (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.12. SÓLIDOS DISUELTOS.- Se consideran aquellos que pasan a través de la membrana de filtración. (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.13. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.- Son aquellos que precipitan bajo acción de la gravedad. La determinación se realiza generalmente en un cono Imhoff dejando la muestra en reposo durante una hora. El resultado se reporta en ml/L.

2.3.14. TRATAMIENTO CONJUNTO.- Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales en la misma planta. Sirve para dimensionar un sistema de remoción (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.15. TRATAMIENTO PRIMARIO.- Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta. (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.16. DOSIS ÓPTIMA DE BIOSORBENTE. -Es el procesamiento o tratamiento al cual se somete a la biomasa residual del presente estudio, es decir el zuro de maíz (cantidad de biomasa utilizada, tamaño de partículas) para la obtención del porcentaje óptimo de remoción del Plomo (II). (Cardona-Gutierrez et al, 2013 p.4)

2.3.17. TRATAMIENTO SECUNDARIO.- Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión. (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.18. TRATAMIENTO Terciario.- Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico para alcanzar un grado de tratamiento superior al tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros como:

-remoción de sólidos en suspensión (microcribado, clarificación química, filtración, etc.);

-remoción de complejos orgánicos disueltos (adsorción, oxidación química, etc.);

-remoción de compuestos inorgánicos disueltos (destilación, electrodiálisis, intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química, etc.);

-remoción de nutrientes (nitrificación-denitrificación, desgasificación del amoníaco, precipitación química, asimilación, etc.). (NORMA OS. 090, 2006)

2.3.19. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA).- Es aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales. (D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, 2009)

2.3.20. VERTIMIENTO.- ES cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua (Castañeda, 2008).

2.4. MARCO TEÓRICO.

2.4.1. BIOADSORCIÓN.

La bioadsorción es un proceso químico y físico que donde los procedimientos de adsorción y absorción son partes del mismo. (Muñoz, 2007) Consiste en la captación de los iones metálicos a través de un biomaterial vivo o muerto, gracias a mecanismos fisicoquímicos. Este procedimiento implica una fase sólida (Biosorbente) y una fase líquida (solvente, que es generalmente agua) que contiene los contaminantes disueltos que van a ser asimilados (sorbato) (Cañizares, 2000).

El proceso de bioadsorción es una técnica alternativa para la adsorción de contaminantes bajo la utilización de materiales biológicos como tal como algas y bacterias; residuos agrícolas, urbanos e industriales, a raíz de su amplia disponibilidad, alta eficacia de remoción y bajo costo. Este proceso Consiste en el intercambio selectivo de una o más iones de una fase líquida a una cantidad de partículas de material biológico sólido e implica la participación de variados mecánicos tanto químicos como físicos. A causa del origen

de la sustancia y a la opción de eliminación de lodos residuales, esta opción permite no solo la remoción del contaminante minimizando el impacto negativo ocasionado sobre el medio de descarga, sino a su vez permite su recuperación. (Vizcano, L, Fuentes, N, 2015, pp 44-45)

2.4.2. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE BIOADSORCIÓN

Según Izquierdo (2010) los factores que afectan el proceso de biosorción son los siguientes:

- Tipo de material biosorbente La capacidad de eliminación de los Biosorbentes está condicionada en gran parte a la composición y reactividad química de su superficie debido a que estos determinan los mecanismos de retención de los adsorbatos. Otros factores que influyen en su utilización son las propiedades físicas como la densidad, la porosidad, la resistencia mecánica o el tamaño y forma de partícula.
- Tamaño de Partícula Este factor influye tanto a la capacidad de adsorción como a la velocidad de la reacción. Esto se aprecia en el caso del incremento de la capacidad de retención con la disminución del tamaño de partícula debido a que habrá un mayor número de centro activos disponibles para la adsorción, logrando una mejor difusión en el interior de los poros haciendo que el adsorbato sea captado fácilmente.

- El pH de la solución El pH es uno de los factores fundamentales sobre la bioadsorción de metales pesados. El valor de pH de la disolución no solo determina el grado de protonación de los grupos funcionales, sino también los procesos químicos. El pH optimo es diferente en cada sistema de bioadsorción esto depende del metal, el Biosorbente y la composición de la solución que contiene el metal a remover. El aumento de la capacidad de adsorción con el aumento del pH es debido a los efectos competitivos por los centros activos del material entre los iones hidronio y el metal. Su influencia sobre la disociación de los grupos funcionales de la superficie del adsorbente modifica la carga eléctrica de la superficie, que al ser negativa la capacidad de adsorción de las especies catiónicas se incrementa al aumentar el pH. Al contrario de la bioadsorción de aniones metálicos que muestran un incremento al disminuir el pH. (IZQUIERDO, 2010, pp 41 - 45)

2.4.3. TAXONOMÍA DEL MAÍZ ZEA MAYS

El maíz es una planta monocotiledónea muy cultivada a lo largo de todo el mundo, siendo uno de los alimentos de consumo básico en muchas poblaciones. Perteneciente a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas. (PALIWAL, 2001, pp 1-3)

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan y W.Zimmermann, 1966..

Clase: Liliopsida Orden: Poales Small 1903.

Familia: Poaceae Barnhart Género: Zea Linnaeus, 1753.

Los tipos de maíz más importantes según su grano son maíz amarillo duro (MAD) y el maíz amiláceo (MA).

2.4.4. MAÍZ AMILÁCEO (MA)

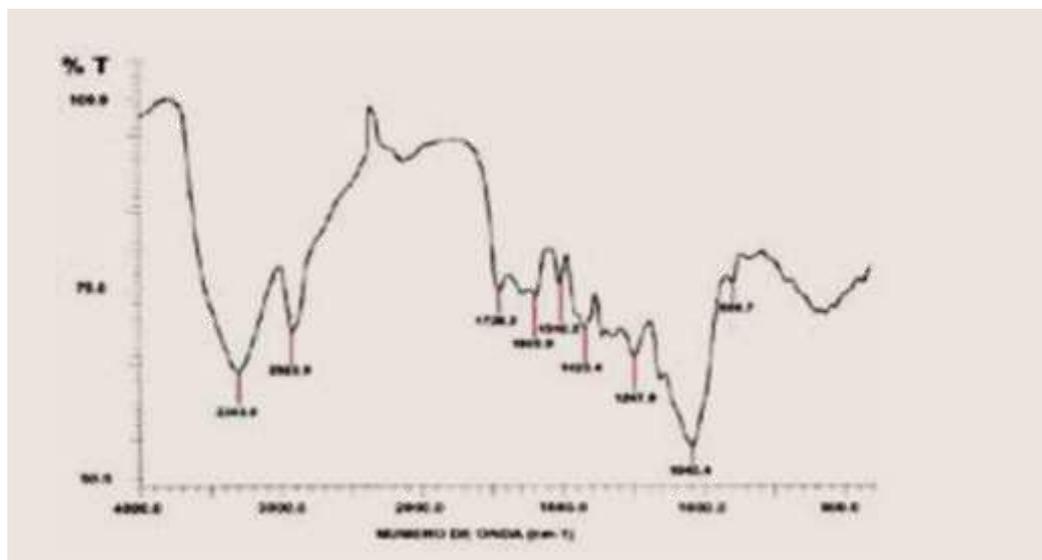
El grano de los maíces amiláceos está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con el tacto aun cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar. Es el maíz predominante en las zonas altas de la región andina. Los tipos de maíces amiláceos muestran gran variabilidad en color de grano y textura. Las razas de estos maíces presentan una gran variedad de colores y de algunos de ellos se extraen colorantes. A causa de la naturaleza

blanda del almidón del grano estos maíces son altamente susceptibles a la pudrición y a los gusanos de las mazorcas y a otros insectos que los atacan tanto en el campo como en el almacenamiento. (MINAGRI, 2011, pp 39-42)

El zuro del maíz puede denominarse al residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco. (PALIWAL, 2001, p 5)

2.4.5. CARACTERIZACIÓN DEL ZURO DE MAÍZ AMILÁCEO

Espectroscopía con Transformada de Fourier (FTIR) En el espectro del zuro de maíz amiláceo se reconocen los siguientes grupos: la banda ancha $3303,8 \text{ cm}^{-1}$ es atribuida a los grupos hidroxilos (-OH); la banda a $2924,9 \text{ cm}^{-1}$ fue asignada a los alcanos ($\text{-CH}_2\text{-}$); los picos intensos $1726,2$ y $1247,9 \text{ cm}^{-1}$ es debido a la vibración de tensión y flexión en el plano del grupo esteres (C=O); la banda a $1620,8 \text{ cm}^{-1}$ es característico de los alquenos (C=C); la banda a $1510,2 \text{ cm}^{-1}$ es asignado al grupo de los aminos (-NH_2); el pico a $1420,4 \text{ cm}^{-1}$ corresponde al estiramiento vibracional del ácido carboxílico (-COOH) y la banda a $1043,4 \text{ cm}^{-1}$ es asignada a los anhídridos. (Oré, F; Lavado, C; Bendezú, S. 2015. pp 124-125)



Fuente: Oré, F; Lavado, C; Bendezú, S. 2015. P 125

Figura N°1 Espectro de FTIR de zuro de maíz amiláceo

2.4.6. USOS DEL MAÍZ

El maíz cuenta con un amplio rango de uso, mayor que cualquier otro cereal como alimento humano y animal como grano, forraje y para uso industrial en diferentes formas.

En los países industriales cerca del 70% de la producción de maíz se dedica a la alimentación animal. Por el contrario, en los países de bajos ingresos un aproximado de 20% de maíz se utiliza como alimento animal, mientras que el 60% se destina al consumo humano e industrial. Dadas las propiedades físicas y químicas del almidón de maíz, este presenta características particulares para espesantes, la capacidad de formar películas, fácil digestibilidad, producción de un polvo fino y con pureza del 99%, además por su bajo costo es considerado una excelente opción para producir alimentos para el consumo humano y animal (FAO, 2014)

La producción de maíz en el país es las zonas de Cuzco (Urubamba, Chincheros), Huancavelica (Pampas), Junin (Tarma, Jauja, Huancayo), Lima (Sayan, Huará), Ancash (Chingas, Huaraz) Además la época de producción debido al suelo, el clima y la ubicación en el país, este cereal se produce todo el año. (MINAGRI, 2011)

2.4.7. CONTAMINANTES DE AGUAS

La distribución de los contaminantes que podemos hallar en el agua puede ser de naturaleza física, química y biológica, por diversos agentes que producen diferentes efectos en el agua se optó por determinar parámetros generales que son señales de contaminación. (Orozco, C., Pérez, A., Alfayate J., 2009 p.63).

2.4.8. PLOMO (Pb)

El plomo es un elemento químico de apariencia gris azulado y se encuentra en el grupo 4B de la tabla periódica, junto con el carbono, silicio, germanio y estaño, su estado de oxidación son 0, +2, +4 tiene un número de valencia generalmente de 2, pero también reacciona con la valencia de 4, en este caso el Pb^{4+} solo existe bajo condiciones de pH extremas. Tiene un número atómico de 82. (Elementos.org, 2016).

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Así mismo, el plomo no es un elemento esencial ni beneficioso para las plantas, animales o personas, es por ello que ha sido clasificado como una sustancia perjudicial para los organismos vivos. El uso de este metal en las distintas industrias ha dado lugar a la contaminación ambiental en varios lugares del mundo. La exposición de niveles considerables de plomo conlleva a graves problemas de salud, debido a que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del cuerpo, es por ello que no existe un nivel de exposición al plomo que se considere seguro. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje (OMS, 2015); es por ello que el plomo generado por las diferentes actividades pueden permanecer como residuo entre 1000 a 3000 años en suelos con climas templados, generando problemas de toxicidad en los seres vivos (Cardona-Gutierrez et al, 2013 p.2)

2.4.9. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Dentro de los parámetros físicos posee las características organolépticas, turbidez, sólidos disueltos, temperatura y conductividad; mientras que dentro de los parámetros químicos están el DQO, DBO y pH (Orozco, C., Pérez, A., Alfayate J., 2009 p.64).

Capítulo III

FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Método.

Método Experimental

HERNAMDEZ SAMPIERI indica que un estudio experimental es aquel que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (1996, p. 160.)

3.1.2. Tipo.

Investigación Aplicada o Tecnológica Cuantitativa

El estudio fue una Investigación Aplicada o Tecnológica cuantitativo ya que se van a medir las variables antes y después del tratamiento. HERNAMDEZ SAMPIERI indica que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, con base en la medición numérica y el análisis estadístico. (1996, p. 55.)

3.1.3. Nivel.

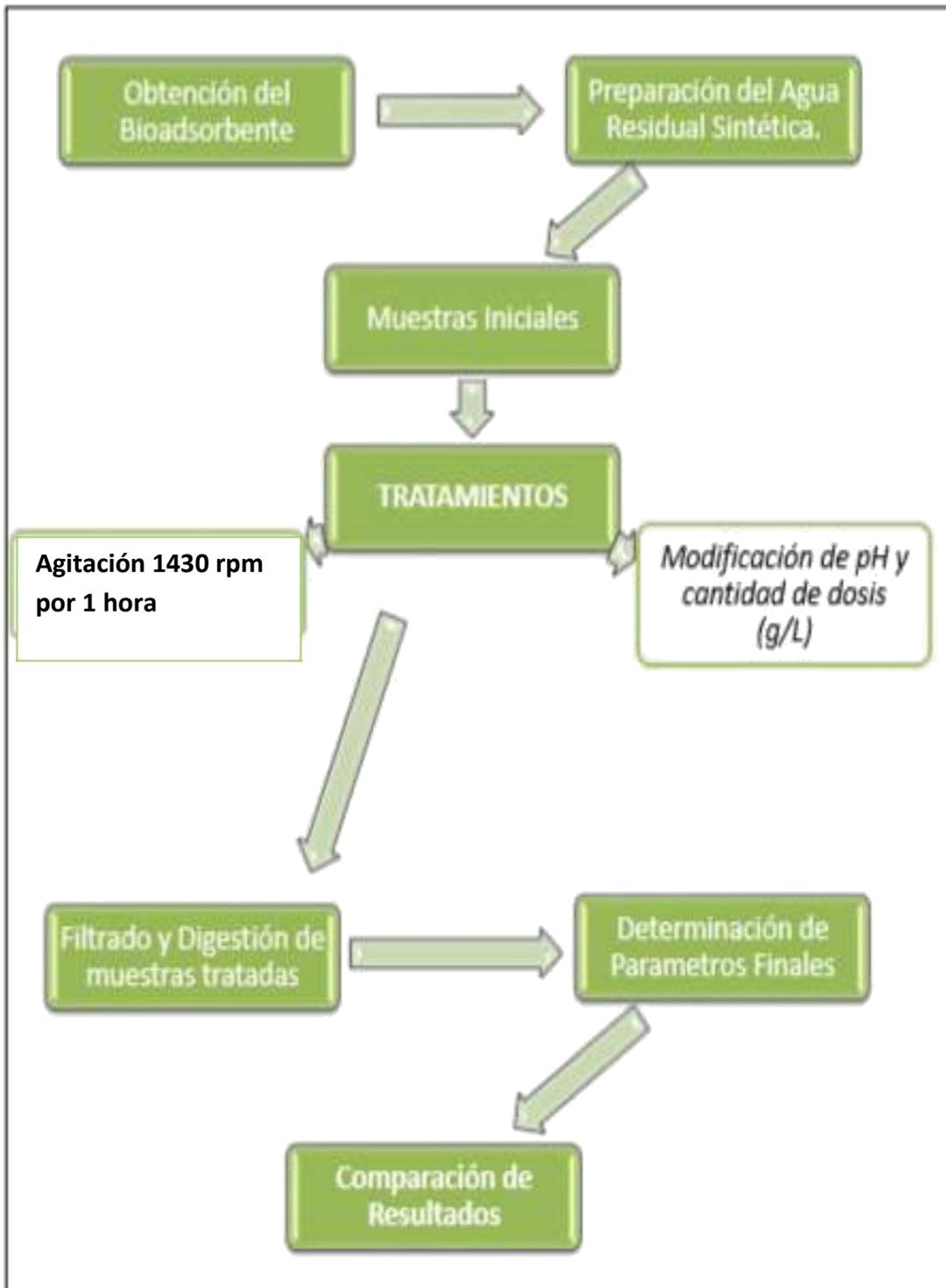
Investigación Correlacional.

El desarrollo de los resultados muestra estudios cuantitativos realizados y presentados mediante cuadros y gráficos, las cuales permiten medir el grado de relación que existe entre las variables planteadas.

3.2 DISEÑO.

Diseño Experimental

En este trabajo de investigación se aplicó un diseño de investigación denominado como diseño experimental, que es la conceptualización de la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados, es decir, se establece el efecto a causa de una manipulación con un tipo de pre y post prueba; debido a que se operará dos variables una independiente (potencial del zuro de maíz como Biosorbente en medio acuoso) y una dependiente (Remoción de plomo divalente en aguas contaminadas), para observar los cambios que se generen, en el proceso de descontaminación de la muestra. (Sampieri, 2010, p. 122).



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°2 Proceso de Tratamiento

3.3 VARIABLES.

3.3.1 Potencial del zuro de maíz *Zea mays* como Biosorbente en medio acuoso:

El zuro de maíz ha sido utilizado por diversos autores para la biosorción de metales pesados. Se realizó un estudio de caracterización para su uso como material sorbente, en el cual dedujo que con una dosis adecuada es clasificado por tamaños puede ser utilizado como biosorbente de una manera eficaz para la remoción de metales. (Pinzón, M, 2005)

3.3.2 Remoción de plomo divalente en aguas contaminadas

Es la alteración de las propiedades (físicas químicas y biológicas), a través de sustancias que fueron vertidas directamente o indirectamente sobre él, el cual son el resultado de las múltiples actividades industriales, agrícolas o de servicios. (Pinzón, M, 2005)

3.4 HIPÓTESIS.

3.4.1 Hipótesis General.

El zuro de maíz (*Zea mays*) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

3.4.2 Hipótesis Específicos.

- A. El zuro de maíz (*Zea mays*) con una dosis optima es Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018
- B. El zuro de maíz (*Zea mays*) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.5.1 Población.

Una Población es el acumulado de todos los argumentos que concuerdan con una serie de descripciones. (Selltiz, y otros, 1980)
La Población en el presente estudio son los 10 litros de agua residual sintética generada a nivel laboratorio

3.5.2 Muestra.

Teniendo en cuenta que la muestra es considerada según Garcés, H (2000), como parte de la población en la que están representados los elementos de cada uno de los estratos cuyo grupo es necesario para la investigación a realizar. (p.84). se ha considerado pertinente que el tipo de muestra fuera no probabilística, debido a que se buscó la riqueza y calidad de la información mediante la generación de la muestra a nivel laboratorio. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010) Por ello, se utilizó los 10 litros de agua residual sintética generados para la realización de los tratamientos.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN.

3.6.1 Técnica.

La técnica que se utilizó en el presente estudio fue la observación experimental de laboratorio, puesto que se realizó el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010)

3.6.2 Instrumentos.

El instrumento que se utilizó en presente trabajo de investigación fue la ficha de registro, formato elaborado por el presente donde se anotó la información obtenida de la observación y análisis periódico de los experimentos.

3.6.3 Validez y Confiabilidad

Para obtener la validez del presente trabajo se procedió a validarlo por revisión bibliográfica relacionada y el seguimiento que se hizo al presente trabajo en el curso de Proyecto de Investigación III de mi etapa de formación en la facultad.

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere la aplicación repetitiva en la recolección de datos sin que varíe el resultado obtenido (Hernandez Sampieri, y otros, 2010) Para el presente estudio se utilizó el coeficiente de Alfa de Cronbach

Cuadro N°1 Coeficiente de Alfa de Cronbach

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,836	4

Fuente: Elaboración Propia

Donde de los resultados obtenidos, al ser $\alpha > 0,8$ significa que el estudio es confiable.

3.6.4 Procedimientos y Análisis de la Información.

3.6.4.1. Metodología de trabajo

Preparación de los Biosorbentes: La biomasa fue recolectada en el mejor estado posible para evitar su pronta descomposición y garantizar la eficiencia del proceso. Fue lavada con abundante agua destilada con el fin de eliminar impurezas que puedan alterar el proceso de adsorción. Posteriormente fueron secadas en la estufa a 90°C por 24 h; y se finalizó con la reducción del tamaño de la misma, mediante un molino de rodillo, durante 20 min., y con el uso tamices, se obtuvo el tamaño 0,5mm.

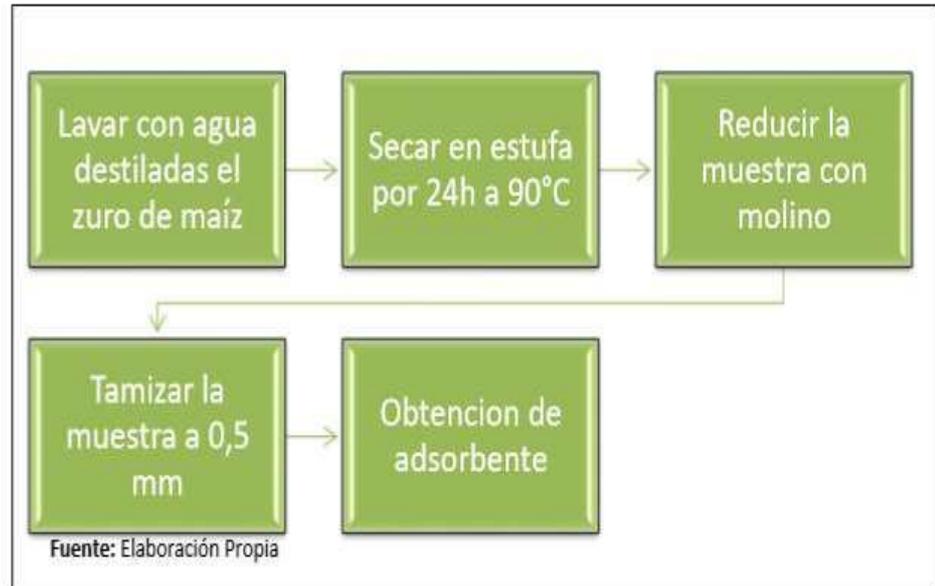
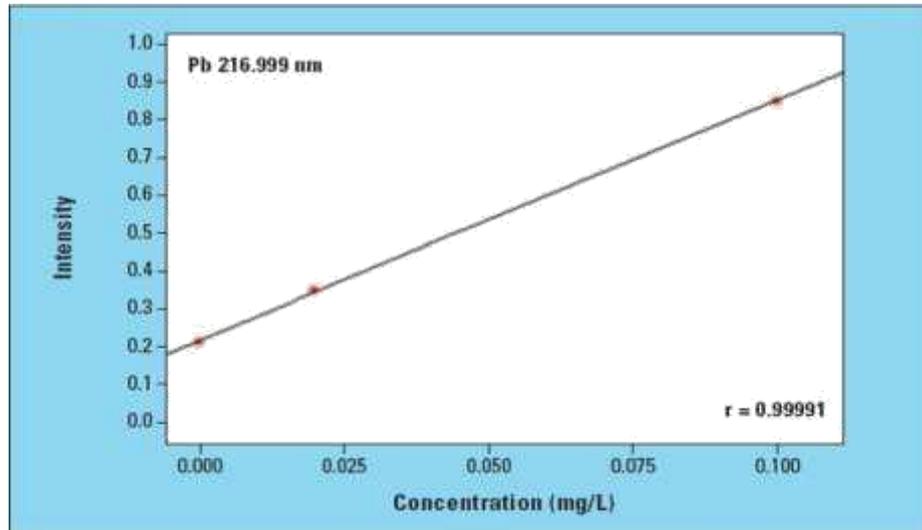


Figura N°3 Proceso de obtención del Biosorbente

Preparación del agua residual sintética: Se preparó la solución, añadiendo 0,1831g de $(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ a 1L de agua destilada, obteniendo una solución de Pb (II) a 100 ppm o 100 mg/L. Se utilizó este valor para simular la concentración promedio de efluentes industriales. (Tejada, C et al. 2016, p 171)

Ensayo de Bioadsorción de Plomo: Se agregó en vasos precipitados las diferentes dosis del Biosorbente de los experimentos (1g/L, 2g/L y 4g/L) y 250mL de la solución preparada. Se agitó a 1430 rpm durante 1 h, estos ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de 23°C mediante filtrado con papel Wattman N°40 se separó el biomaterial de la solución. Los valores de pH que se evaluaron fueron 4, 5 y 6 los cuales se controlaron con la adición de HCl y NaOH. (Tejada, C et al. 2016, p 171). El análisis de concentración final se realizó con espectrofotometría de absorción atómica a 270nm, donde se realizaron 9 pruebas empleando los variables pH y cantidad de dosis de absorbente , donde cada una de las pruebas se realizó por triplicado, obteniendo 27 pruebas en total , en una primera etapa se realizó un análisis de espectrofotometría básica para obtener la curva de calibración de concentración de plomo por absorbancia en el laboratorio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas y en una segunda etapa teniendo ya los resultados se ajustó estos resultados con un espectrofotometro de absorción atómica de la empresa MINLAB



Fuente: <https://www.notijenck.com.ar/aplicaciones/determinacionde-los-elementos-seleccionados-utilizando-icp-oes>

Figura N°4 Curva de Calibración básica para espectrofotometría de determinación de concentraciones de Pb (II)

Luego la capacidad de adsorción y porcentaje de remoción se calcularon con las siguientes formulas:

$$Cq \text{ (mg/g)} = \frac{c_0 \text{ (mg/l)} - c_f \text{ (mg/l)}}{M \text{ (g)}} \times V \text{ (L)} \quad ; \quad \%R = \frac{c_0 \text{ (mg/l)} - c_f \text{ (mg/l)}}{c_0 \text{ (mg/l)}} \times 100\%$$

Donde, es la capacidad de adsorción (mg/g); c_0 son las concentraciones iniciales y c_f son las concentraciones finales de Pb (II) en solución; V es el volumen (L) de solución tomada y M es la masa (g) de adsorbente usado

Cuadro N° 2 Condiciones instrumentales para el análisis de Pb divalente para el análisis absorción atómica

Lámpara	<i>Cátodo Hueco de Plomo</i>
Longitud de onda	<i>217nm</i>
Combustible	<i>Acetileno</i>
Oxidante	<i>Aire</i>
Flujo de Combustible	<i>0,9 L/min</i>

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4.2. Metodología de análisis de datos

Método de Análisis Estadístico

El método de análisis para la investigación se realizó utilizando los softwares Microsoft Excel y SPSS para realizar el análisis de datos, realizando distintas pruebas como T de Student, Prueba de normalidad y Alfa de Cronbach, y a su vez la interpretación de las mismas se realizó con la obtención de resultados de la investigación.

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1. Parámetros Iniciales

Al realizarse los experimentos a nivel laboratorio ciertos parámetros se mantuvieron constantes, mientras otros se variaron para optimizar los resultados finales. De igual manera los resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles DS N° 031-2010-SA y los estándares de calidad del agua D.S N° 015-2015 MINAM para agua potable tipo A2, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N°4 N^a de experimentos con parámetros correspondientes.

PARÁMETRO O VARIABLE	EXPERIMENTO (MUESTRAS)								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<i>Concentración inicial de Pb (ppm)</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>pH</i>	4	5	6	4	5	6	4	5	6
<i>Tamaño de partícula (mm)</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Cantidad de adsorbente (g/L)</i>	1	1	1	2	2	2	4	4	4
<i>Temperatura (°C)</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N°4 se observa los diferentes parámetros que presentan las 09 muestras elaboradas en laboratorio, donde la concentración inicial de Pb (ppm), tamaño de partícula (mm), temperatura (°C) son constantes y los parámetros pH y cantidad de adsorbente (g/L) variaron.

4.1.2. Parámetros Finales

Las mediciones de las concentraciones finales de las muestras de agua contaminadas, así como la determinación del porcentaje de remoción y la capacidad de adsorción se realizaron con los diferentes parámetros mostrados en la Cuadro N° 4; a cada muestra se le realizó 3 repeticiones, estas fueron realizadas en el Laboratorio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas y analizadas en el Laboratorio de Medio Ambiente de la empresa MINLAB SRL.

4.1.3. Concentración final de Pb divalente

Mediante absorción atómica se determinó la concentración final del Pb divalente; se realizaron 09 tratamientos con la variación de dosis del Biosorbente y pH mencionados en el Cuadro N°4. Posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación con el parámetro inicial

Cuadro N°5 Concentración final de Pb divalente

CÓDIGO DE MUESTRA	PRIMERA REPETICIÓN	SEGUNDA REPETICIÓN	TERCERA REPETICIÓN	MEDIA
M1	46,004 mg/L	45,904 mg/L	46,104 mg/L	46,004 mg/L
M2	35,819 mg/L	33,890 mg/L	34,886 mg/L	34,865 mg/L
M3	36,068 mg/L	35,811 mg/L	35,688 mg/L	35,856 mg/L
M4	42,054 mg/L	40,981 mg/L	41,542 mg/L	41,526 mg/L
M5	35,451 mg/L	36,876 mg/L	35,891 mg/L	36,073 mg/L
M6	26,898 mg/L	24,099 mg/L	25,976 mg/L	25,658 mg/L
M7	8,027 mg/L	8,998 mg/L	9,045 mg/L	8,690 mg/L
M8	20,455 mg/L	21,569 mg/L	20,870 mg/L	20,965 mg/L
M9	33,107 mg/L	33,879 mg/L	35,231 mg/L	34,072 mg/L

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N°5 se observa los resultados obtenidos con respecto a la concentración final de Pb divalente presente en las muestras tratadas, así mismo se observa una disminución significativa en cada una de las muestras.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°1 Concentración final de Pb divalente.

En el Gráfico N°1 se ubicaron las medias de las repeticiones de los análisis resultantes de concentración de Plomo divalente, donde se observa que la Muestra N° 7 obtuvo la menor concentración final de Pb con un 8,69 mg/L y que la muestra que obtuvo la mayor concentración final de Pb fue la N° 1 con 46,004 mg/L, denotando una varianza significativa considerando que la Muestra Inicial tuvo 100 mg/L, además este resultado supera la cantidad máxima de concentración que indica el D.S. N° 015-2015-MINAM, que señala en los valores para aguas superficiales tipo A2 es 0,05 mg/L.

4.1.4. Porcentaje de Remoción

Mediante la fórmula mencionada en el punto (3.6.4.1.) y con la concentración final obtenida del Pb divalente; se determinó el porcentaje de remoción de Pb de los 09 tratamientos con la variación de dosis del Biosorbente y pH mencionados en el Cuadro N°4. Posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación con el parámetro inicial.

Cuadro N° 6 Porcentaje de Remoción de Pb

<i>CÓDIGO DE MUESTRA</i>	<i>PRIMERA REPETICIÓN</i>	<i>SEGUNDA REPETICIÓN</i>	<i>TERCERA REPETICIÓN</i>	<i>MEDIA</i>
M1	54,00 %	54,10 %	53,90 %	54,00 %
M2	64,18 %	66,11 %	65,11 %	65,14 %
M3	63,93 %	64,19 %	64,31 %	64,14 %
M4	57,95 %	59,02 %	58,46 %	58,47 %
M5	64,55 %	63,12 %	64,11 %	63,93 %
M6	73,10 %	75,90 %	74,02 %	74,34 %
M7	91,97 %	91,00 %	90,96 %	91,31 %
M8	79,55 %	78,43 %	79,13 %	79,04 %
M9	66,89 %	66,12 %	64,77 %	65,93 %

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N°6 se observa las 03 repeticiones y la media de los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de remoción de Pb divalente en las 09 muestras tratadas, así mismo se observa porcentajes elevados significativos en cada una de las muestras



Gráfico N°2 Porcentaje de Remoción de Pb

4.1.5. Capacidad de Adsorción de *Zea mays*

Mediante la fórmula mencionada en el punto (3.6.4.1.) y con la concentración final obtenida del Pb divalente; se determinó la capacidad de adsorción del *Zea mays* de los 09 tratamientos con la variación de dosis del Biosorbente y pH mencionados en el Cuadro N°4. Posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación con el parámetro inicial.

Cuadro N° 7 Capacidad de Adsorción de Zea mays

<i>CÓDIGO DE MUESTRA</i>	PRIMERA REPETICIÓN	SEGUNDA REPETICIÓN	TERCERA REPETICIÓN	MEDIA
<i>M1</i>	16,72 mg/g	16,53 mg/g	16,19 mg/g	16,48 mg/g
<i>M2</i>	28,97 mg/g	29,51 mg/g	29,23 mg/g	29,24 mg/g
<i>M3</i>	22,99 mg/g	22,75 mg/g	22,74 mg/g	22,83 mg/g
<i>M4</i>	19,89 mg/g	19,61 mg/g	19,78 mg/g	19,76 mg/g
<i>M5</i>	32,27 mg/g	31,56 mg/g	32,05 mg/g	31,96 mg/g
<i>M6</i>	54,00 mg/g	54,10 mg/g	53,90 mg/g	54,00 mg/g
<i>M7</i>	64,18 mg/g	66,11 mg/g	65,11 mg/g	65,14 mg/g
<i>M8</i>	63,93 mg/g	64,19 mg/g	64,31 mg/g	64,14 mg/g
<i>M9</i>	36,55 mg/g	37,95 mg/g	37,01 mg/g	37,17 mg/g

Fuente: Elaboración Propia

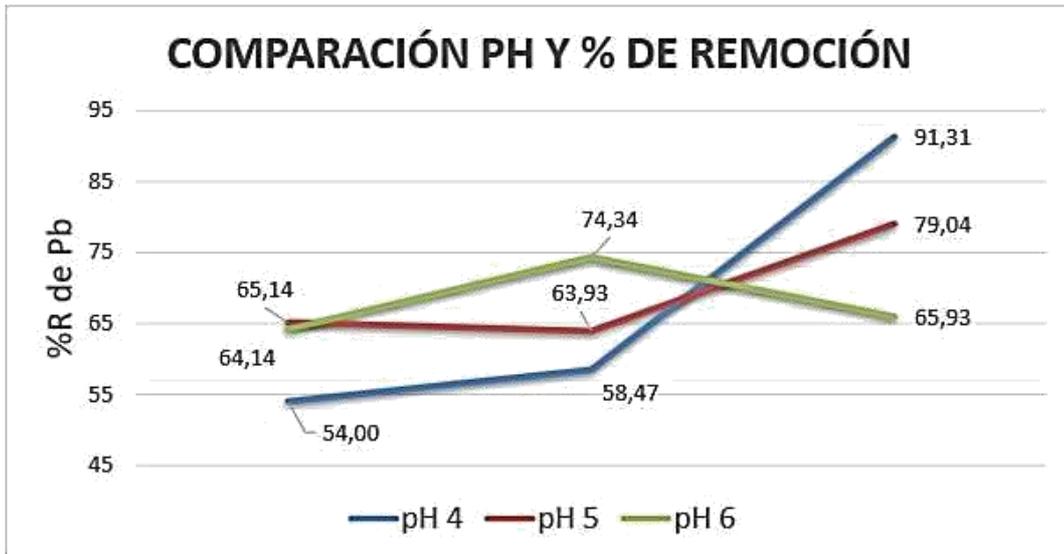
En el Cuadro N°7 se observa las 03 repeticiones y la media de los resultados obtenidos con respecto a la capacidad de adsorción del Zea mays en las 09 muestras tratadas, así mismo se observa resultados elevados significativos en cada una de las muestras.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3 Capacidad de Adsorción de Zea mays

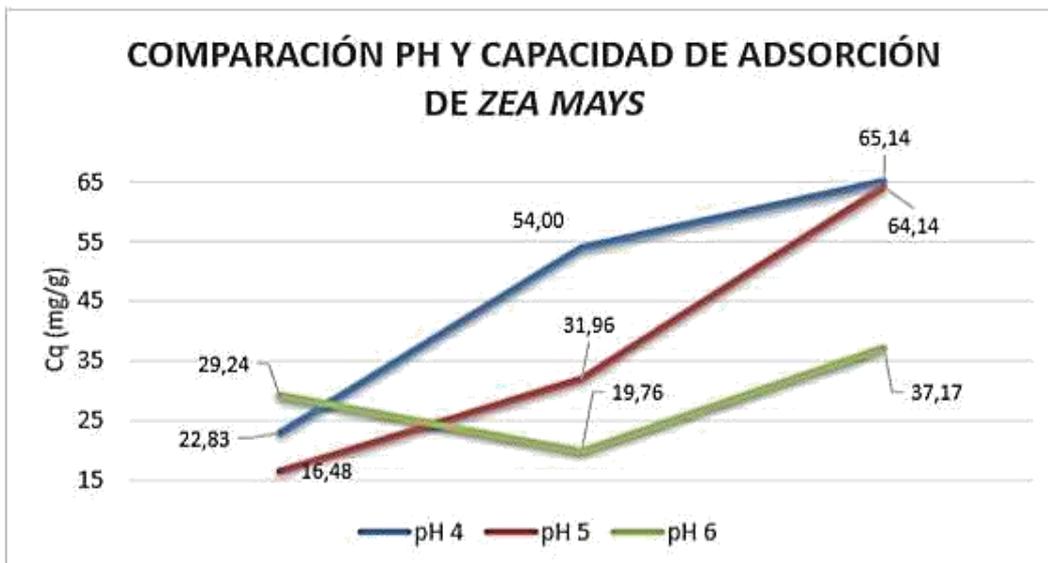
En el Grafico N°3 se ubicaron las medias de las repeticiones de los resultados obtenidos de la a la capacidad de adsorción del Zea mays, donde se observa que la Muestra N° 7 obtuvo el mayor resultado de adsorción con un 65,14 mg/g y que la muestra que obtuvo el menor resultado fue la muestra N°1 con solo 16,48 mg/g.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°4 Gráfico comparativo entre pH y porcentaje de remoción de Pb

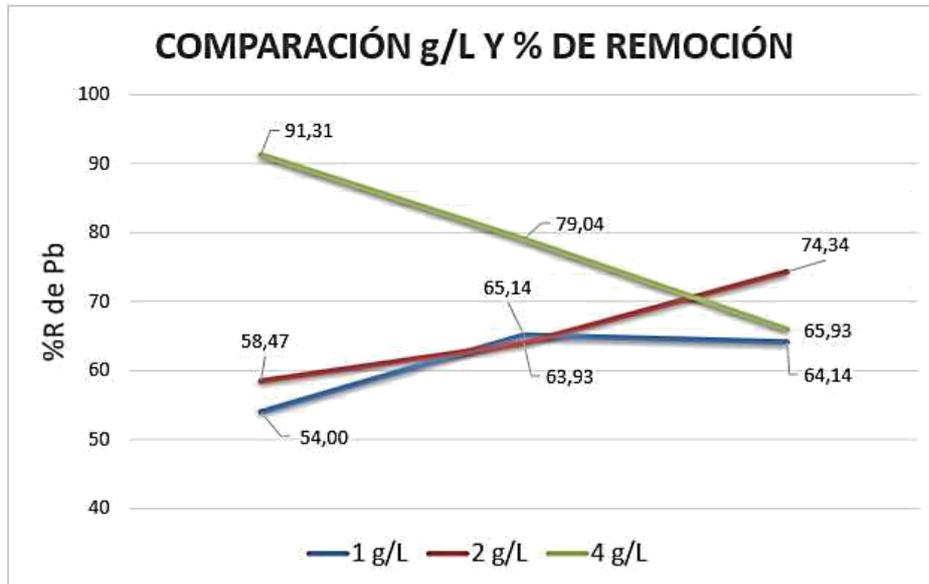
En el Gráfico N°4 se muestra la comparación entre los parámetros pH y el porcentaje de remoción de plomo, donde se observa que un pH 4 obtuvo un alto porcentaje de remoción con un 91,31%.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°5 Gráfico comparativo entre pH y capacidad de adsorción de Zea mays

En el Gráfico N°5 se muestra la comparación entre los parámetros pH y la capacidad de adsorción del Zea mays, donde se observa que el pH 4 obtuvo un alto resultado en la capacidad de adsorción con un 65,14 mg/g.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°6 Gráfico comparativo entre cantidad de adsorbente y porcentaje de remoción de Pb

En el Gráfico N°6 se muestra la comparación entre los parámetros cantidad de adsorbente y el porcentaje de remoción de plomo, donde se observa que la dosis de 4g/L obtuvo un alto porcentaje de remoción con un 91,31 %.

Cuadro N° 8 Cuadro comparativo de resultados de la capacidad de adsorción y porcentaje de remoción con resultados obtenidos por otros

	CAPACIDAD DE ADSORCIÓN (mg/g)	PORCENTAJE DE REMOCIÓN (%)	AUTORES
ZURO DE MAÍZ	152,63	67,5	Tejada <i>et al</i> (2016)
	7,9	97	Oré <i>et al</i> (2015)
	90	-	Petrovich <i>et al</i> (2016)
	65,14	91,31	Presente Estudio

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N° 8 se presenta una comparación entre los valores reportados en diferentes referencias bibliográficas y el presente estudio, referente a las capacidades y los porcentajes de adsorción para la eliminación de Pb (II) en comparación con investigaciones previas. Oré et al (2015) investigaron el zuro de maíz como adsorbente para Pb(II), en solución acuosa; Petrovic et al (2016) también estudiaron el zuro de maíz, para este mismo metal.

4.1.6. Análisis Estadísticos

Según los objetivos planteados se buscó evaluar el potencial del zuro de maíz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018; por ende, en esta investigación se necesita comprobar la hipótesis alterna utilizando el software SPSS versión 21.

H0: $\mu > 0,05$ (El zuro de maíz no tiene potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018).

H1: $\mu < 0,05$ (El zuro de maíz tiene potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018).

Prueba de Normalidad

Para corroborar si los datos se comportan de manera normal y elegir un test estadístico para comparar la hipótesis, se hizo la prueba de normalidad. Si el nivel de significancia es $> 0,05$ los datos provienen de una distribución normal.

H0: $\mu < 0,05$ (Los datos provienen de una distribución normal)

H1: $\mu > 0,05$ (Los datos no provienen de una distribución normal)

Así mismo como la muestra es menor a 30 se contrasta la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk.

Cuadro N° 9 Resultados de la Prueba de Normalidad

Pruebas de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACION FINAL PB	,210	3	,	,991	3	,819
PORCENTAJE DE REMOCIÓN PB	,211	3	,	,991	3	,817
CAPACIDAD DE ADSORCION ZEA MAYS	,274	3	,	,945	3	,546

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v.21

En el Cuadro N° 9 se presenta los resultados realizados mediante la prueba de Shapiro – Wilk, donde se observa que el P valor es mayor a 0,05 ($P > 0,05$) Por lo tanto se puede afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

Prueba de T de Student

Se procede a realizar una prueba estadística para aceptar o rechazar la hipótesis, para esta investigación se utilizó análisis de T de Student para dos muestras relacionadas, ya que en esta prueba estadística se exige que exista dos momentos un previo y un post. Con ello podemos entender que las observaciones servirán de control, para identificar los cambios que se susciten después de aplicar una variable

experimental en cada replica, como es el caso de esta investigación, mencionando a su vez que es una muestra paramétrica, ya que presenta una distribución normal (Valderrama, 2013, p.182).

En dicha prueba se realizó la comparación entre la concentración inicial y la concentración final de Plomo divalente en las soluciones resultantes del tratamiento con zuro de maíz Zea mays.

Cuadro N°10 – Resultados de Prueba T Student

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	CONCENTRACIÓN INICIAL PB - CONCENTRACION FINAL PB	68,476667	,180306	,104100	68,028761	68,924572	657,798	2	,000

Fuente: SPSS v.21

En el Cuadro N°10 se observa que la prueba T-student denota que existe una diferencia significativa en las medias de las muestras de análisis de la concentración inicial de Pb generada en laboratorio y en la concentración final de dicho compuesto después del tratamiento, por tener un valor de significancia menor al 0,05 (0,000). Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nulo (H0) y se aprueba la Hipótesis Alterna (H1), concluyendo que el zuro de maíz tiene la capacidad como Biosorbente de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio.

4.2. Discusión de resultados

De los resultados obtenidos en relación a la hipótesis planteada el zuro de maíz tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio. En la presente investigación se utilizó todos los parámetros significativos, revisando los resultados finales se observa que en el Cuadro N° 7 y el Gráfico N° 2 los datos obtenidos demuestran una capacidad de adsorción del *Zea mays* de 65,14 mg de Pb por gramo de adsorbente (mg/g). Este resultado difiere a los datos obtenidos en la investigación de Oré et al (2015) en la que obtuvo solo un 7,9 mg/g como capacidad de adsorción y la investigación de Tejada et al (2016) donde obtuvo 152,63 mg/g. Debido a que se usó la misma metodología empleada, este resultado puede deberse a la variación de pH en las muestras, el aumento del ion $-OH$ generó una mejor capacidad de adsorción en el biosorbente.

De la hipótesis planteada el zuro de maíz en una dosis óptima es Biosorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio. Mediante los resultados obtenidos en el Gráfico N° 6 se demuestra esta hipótesis, debido que la dosis óptima del Biosorbente para el presente estudio es de 4 gramos de Biosorbente por litro de agua contaminada (g/L), ya que con esta dosis se obtuvo un alto porcentaje de remoción del contaminante, un 91,31%. A diferencia de la investigación de Vizcano et al (2015) que obtuvo una dosis óptima de 15g/L obteniendo un porcentaje de remoción de 94,1%

del metal, esta disimilitud de datos se debe a la diferencia de biosorbente empleado y las características fisicoquímicas del mismo.

De la hipótesis planteada el zuro de maíz es eficaz como Biosorbente para remover Pb divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio. En los resultados obtenidos en el Cuadro N° 6 y el Gráfico N° 2 demuestran eficacia del Biosorbente para la remoción del contaminante, debido que se observa un porcentaje de remoción de 91,31% del metal, bajo las características de una dosis de 4g/L y un pH 4. Este resultado se asemeja a los datos obtenidos por Oré et al (2015) cuyo estudio presentó un porcentaje de remoción de 97% bajo una dosis optima de 4g/L y un pH 5, esta similitud de datos se debe a que se trabajó bajo las mismas condiciones y el mismo tratamiento.

4.3. Análisis económico

Cuadro N°11 Presupuesto de la Investigación Realizada

	VALOR		FINANCIACION			
	Valor Unitario (Soles Perú)	Cantidad	Universidad	Empresa	Estudiante	Total
1. BIBLIOGRAFIA						
a) Textos.	100	1			X	100
b) Fotocopias.	150	3			X	450
c) Internet.	80	1			X	80
d) Normas.	100	1			X	100
e) Otros.	200	1			X	200
2. EXPERIMENTACION						
a) Laboratorios y equipos Nuevos.	400	1			X	400
b) Ensayos contratados: (pruebas, análisis).	250	1			X	250
c) Materiales, materias primas, catalizadores, quimicos, material biológico y su conservación.	50	1			X	50
d) Costo de uso de Laboratorios.	200	1			X	200
3. ANÁLISIS Y MANEJO DE INFORMACIÓN						
a) Computador.	200	1			X	200
b) Digitación.	260	1			X	260
c) Software especializado.	200	1			X	200
d) Asesoría especializada.	500	1			X	500
4. DOCUMENTO FINAL					X	
a) Digitación.	300	1				300
b) Software especializado.	200	1			X	200
c) Impresión.	300	1			X	300
d) Empastes.	100	1			X	100
e) Otros... (Planos, Fotografías...).	100	1			X	100
5. COSTOS PERSONAL						
a) Asesoría.	350	2			X	700
b) Elaboración.	500	1			X	500
c) Otros.	400	1			X	400
Fuente: Elaboración Propia			TOTAL GENERAL			5590

4.4. Contrastación de hipótesis

En el Cuadro N°12 Contrastación de Hipótesis VS Resultados se detalla la veracidad de las hipótesis formuladas.

Cuadro N°12 Contrastación de Hipótesis VS Resultados

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS
El zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.	Los resultados muestran que el zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; debido a que la mayor capacidad de adsorción de Pb fue de 65,14 mg de Pb/ g de biosorbente en la muestra N° 7.
HIPÓTESIS SECUNDARIAS	RESULTADOS
El zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) con una dosis optima es Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018	Se logró demostrar que la dosis optima del zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) como Biosorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio fue de 4 g de biosorbente / L de agua contaminada.
El zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.	Se comprobó en laboratorio que el zuro de maíz (<i>Zea mays</i>) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; dado que se obtuvo un 91, 31 % de remoción del contaminante presente en la muestra.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- 1º. Se determinó que el zuro de maíz (*Zea mays*) tiene potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; debido a que la mayor capacidad de adsorción de Pb fue de 65,14 mg de Pb/ g de biosorbente en la muestra N° 7.
- 2º. Se identificó que la dosis optima del zuro de maíz (*Zea mays*) como Biosorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio fue de 4 g de biosorbente / L de agua contaminada.
- 3º. Se demostró que el zuro de maíz (*Zea mays*) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; dado que se obtuvo un 91, 31 % de remoción del contaminante presente en la muestra.

RECOMENDACIONES

- 1º. Se sugiere aplicar el presente estudio de bioadsorción de zuro de maíz (*Zea mays*) a muestras obtenidas de fuentes externas como agua de río o efluentes industriales para demostrar la eficacia del mismo.
- 2º. Realizar el proceso de bioadsorción del zuro de maíz (*Zea mays*) a nivel piloto y de esta manera poder determinar la capacidad máxima de agua contaminada a tratar por cierta cantidad de masa de biosorbente
- 3º. Realizar un estudio para el proceso post-tratamiento de recuperación de metales adsorbidos por la biomasa durante el tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **CAÑIZARES , R. (2000).** “Biosorción de metales pesados mediante el uso de la biomasa bacteriana”. Revista Latinoamericana de Microbiología, Vol. 42 pp 131-143.
2. **CARDONA , A. & CABAÑAS , D & ZEPEDA , A. (2013).** “Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II)”. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, pp 1-9, ISSN 1665-529-X.
3. **DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD - DIGESA (Perú) (2011).** “Reglamento de la calidad del agua para consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA”. Lima, Perú. 44 p.
4. **DUBEY, S. & KRISHNA, G. (2007).** “Adsorption of chromium (VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: A comparative study. J. Hazard”. Mat.145: 465-470.
5. **GARCÉS , H. (2000).** “Metodología de la investigación científica” , 1era edición. Ecuador: abya- yala, fecha de consulta: 5 de enero 2017

Disponible en: <http://es.slideshare.net/GiovaRamos/libro-de-metodologia-deinvestigacin-cientfica-ts>
6. **GARCÍA , G. & COLÍN , A. (2010).** “Biosorption of lead by maize (Zea mays) stalk sponge”. J. Environ. Manag.2079-2086.
7. **HANNACHI, Y. & SHAPOVALOV, N. & HANNACHI, A. (2010).** “Adsorption of nickel from aqueous solution by the use of low-cost adsorbents”. Korean J. Chem. Eng. 27:152-158.
8. **HERNANDEZ , R., & FERNANDEZ , C. & BAPTISTA , L. (2010).** “Metodología de la Investigación”. Quinta Edición Mexico DF: Interamericana Editores, pág. 119. ISBN: 978-607-15-0291-9.

9. **IZQUIERDO , M. (2010).** “Eliminación del Metales Pesados en Aguas mediante Bioadsorción. Evaluación de Materiales y Modelación del Proceso”. Valencia: Universitat De València, pp 41-45. ISBN: 978-84-370-7981-3
10. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO – MINAGRI (Perú) (2015).** “Ficha Técnica: Maíz Zea mays”. Lima, Perú: fecha de consulta: 20 de marzo 2017
Disponibile en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/30sector-agrario/maiz/250-maiz?limitstart=0>
11. **MINISTERIO DEL AMBIENTE – MINAM (Perú) (2008).** “Estándares de calidad ambiental para agua D.S. N°015-2015”.Lima, Perú: 7p.
12. **MUÑOZ, J. (2007).** “Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja *citrus cinecis* pretratada”. Tesis para optar el título profesional de Químico. Universidad Nacional del Mayor de San Marcos, Facultad de química e ingeniería química, Lima-Perú,
13. **ORÉ, J. & LAVADO, M. & BENDEZÚ, M. (2015):** “Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (Zea mays)”. Rev. Soc. Quím. Perú. 2015:122-134.
14. **OROZCO, C. & PÉREZ, A. & ALFAYATE, J. (2009).** “Contaminación Ambiental: una visión desde la química”. Thomson editores spain paraninfo S.A. Madrid, España, ISBN: 84-9732-178-2.
15. **PALIWAL, R. (2001).** “Introducción al Maíz y su importancia. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción”. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. pp. 1-3 ISBN: 92-5-304457-8
16. **PINZÓN , M. & CARDONA, A. (2010).** “Influencia del pH en la bioadsorción de Ni (III) sobre cáscara de naranja: Determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo”. Rev. Facultad Ciencias Básicas. pp 45-53

17. **PETROVIC, M. & ŠOŠTARIC, T. & STOJANOVIC, M. & MILOJKOVIC, J. & MIHAJLOVIC, M. & STANOJEVIC, M. & STANKOVIC, S. (2016).** “Removal of Pb²⁺ ions by raw corn silk (*Zea mays* L.) as a novel biosorbente”. J. Taiwan Inst. Chem. Eng, pp , 407-416.
18. **SELLTIZ, C. & COOK, S. & WRIGHTSMAN, L. (1980).** “Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales”. Madrid: RIALP, ISBN: 9788432120251.
19. **TEJADA, C. & HERRERA, A. & NÚÑEZ , J. (2016).** “Remoción de plomo por biomásas residuales de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y zuro de maíz (*Zea mays*)”. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient,pp 169-178.
20. **VILLABONA, Á. & PAZ, I & MARTÍNEZ, J. (2012).** “Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural”. Revista Biotecnol (1), 137-144, fecha de consulta: 16 de mayo 2017

Disponible en: www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/articleview/32768

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz De Operacionalización de Variables y de Consistencia de la Investigación

ANEXO Nº 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TEMA: “POTENCIAL DEL ZURO DE MAÍZ (zea mays) COMO BIOSORBENTE EN SOLUCION ACUOSA PARA REMOVER PLOMO DIVALENTE EN AGUAS CONTAMINADAS A NIVEL LABORATORIO, PACHACAMAC, 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE: Potencial del zuro de maíz Zea mays como Biosorbente en medio acuoso	La cascara de naranja han sido utilizadas por diversos autores para la biosorción de metales Pesados. Se realizó un estudio de caracterización para su uso como material sorbente, en el cual dedujo que en condiciones de reducción y clasificación por tamaños puede ser utilizado como biosorbente para la remoción de Metales. (Pinzón, M, 2005)	Para la capacidad de la cascara de naranja como Biosorbente se basó en los diferentes tamaños de la partícula, cantidad de biomasa utilizada y también se evaluara la efectividad del adsorbente mediante el porcentaje de Remoción y el tiempo.	Dosis optima del biosorbente	Tamaño de la Particula	(mm)	Enfoque: Cuantitativo
¿Cuál es el potencial del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?	Determinar el potencial del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel Laboratorio, Pachacamac, 2018.	El zuro de maíz (Zea mays) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.					Cantidad de Cascara de Naranja	(g)	
						Efectividad del biosorbente	Porcentaje de Remocion	%	Tipo de investigación : Explicativa
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS					VARIABLE DEPENDIENTE: Remoción de plomo divalente En aguas contaminadas.	Es la alteración de las propiedades (físicas químicas y biológicas), a través de sustancias que fueron vertidas directamente o indirectamente sobre él, el cual son el resultado de las múltiples actividades industriales, agrícolas O de servicios. (Pinzón, M, 2005)	Los contaminantes del agua fueron medidos en base a los parámetros físicos como son Turbidez, color, conductividad, el pH, así también se medirá la concentración inicial del contaminante, como también la concentración Final.
¿Cuál es la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?	Identificar la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel Laboratorio, Pachacamac, 2018.	El zuro de maíz (Zea mays) con una dosis optima es Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018	Tiempo	h					
			Propiedades Físicas y químicas del agua contaminada	pH	unidad de pH	Población: Todas las aguas superficiales contaminadas con Plomo (Pb)			
Temperatura	(°C)								
Turbidez	UNT								
¿Cuál es la eficacia del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?	Demostrar la eficacia del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018	El zuro de maíz (Zea mays) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.	Concentración de Pb(II) en el agua contaminada	Color	Pt/ co				
				Concentración Inicial de Pb (II)	(ppm)	Muestra: No Probabilístico			
				Concentración Finalde Pb (II)	(ppm)				

ANEXO 2: Evidencias fotográficas



Iniciando los análisis para la preparación de las aguas contaminadas sintéticas



(a)



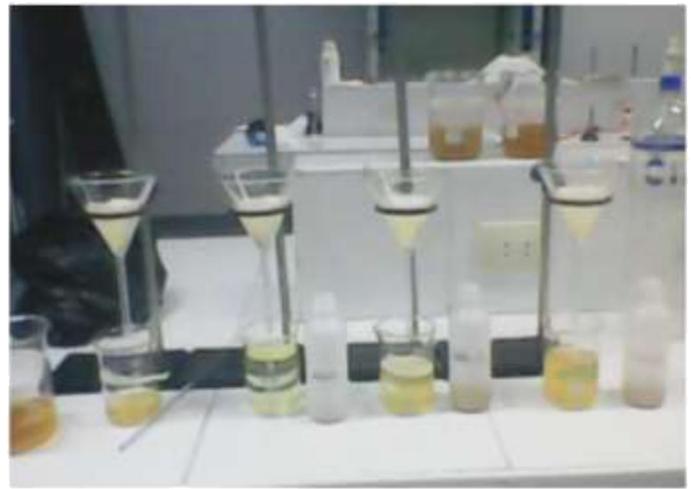
(b)

(a) Reducción de biomasa seca con molino de mano, para luego tamizarla y obtener el tamaño de partícula deseada, 0,5 mm.

(b) Generación de agua residual sintética con la ayuda de Acetato de Plomo ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), adicionando 0,1831g de biomasa tratada por cada 1L de agua destilada obteniendo una solución de Plomo divalente a 100 mg/L



(c)



(d)

(c) Ensayo de biosorción de Plomo con las diferentes dosis del Biosorbente en 250 mL de la solución preparada. Se agitó a 1430 rpm durante 1h a una temperatura de 23°C.
(d) Mediante filtrado con papel Wattman N°40 se separó el biomaterial de la solución.



Preparación de las muestras y los análisis respectivos para ejecutar el proceso de la tesis



Todas las muestras, blancos y estándares fueron acidificados al 10% con ácido nítrico, se generaron de una solución patrón de Pb(II) con una concentración 1000 mg/L.



Se digesto las muestras obtenidas con la adición de HCL de 10mL en 100mL de solución por 4 horas.



Preparación de las curva de calibración para análisis espectrofotométrico básico



Lectura de estándares y muestras por triplicado por el equipo espectrofotómetro de absorción atómica y obtención de resultados de las concentraciones de Pb (II) en el agua contaminada.

ANEXO 3: Modelo de Ficha de Registro de Observación de datos de Laboratorio



“Potencial del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac , 2018”

FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN

		POTENCIAL DEL ZURO DE MAIZ COMO BIOSORBENTE EN MEDIO ACUOSO				REMOCIÓN DE PLOMO (II) EN AGUAS CONTAMINADAS				OBSERVACIONES
		Dosis optima del Biosorbente		Eficacia del Biosorbente		Propiedades fisicoquímicas del agua		Concentración de Pb(II) en el agua contaminada		
Código de Muestra	FECHA / HORA	Tamaño de la Partícula	Cantidad de Zuro de Maíz	Porcentaje de Remoción	Capacidad de adsorción	pH	Temperatura	Concentración Inicial de Pb(II)	Concentración Final de Pb(II)	
		(mm)	(g/L)	%	(mg/g)	Unidad de pH	(°C)	(ppm)	(ppm)	

	APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA
RESPONSABLE:	SILVA LAVALLE ERICSON JOEL	

ANEXO 4: Informe de Resultados de análisis de Espectrofometría de Absorción Atómica

INFORMACION ANALISIS	NOMBRE	OPERADOR	HORA	FECHA	Espectróm.:
PARAMETROS GENERALES	Analisis 6	ericon		18:08:17	24/06/2018 Serie S 711756 v1,26
PARAMETROS ESPECTROMETRO	Modo Instrum.:	Llama	Automuestr.:	Ningún	
	Dilución:	Ninguna	Usar SFI:	No	
	Elemento:	Pb	Modo Medida:	Absorbancia	
	Long. onda:	217	Rendija:	0,5nm	75
	Corrección Fondo:	D2	Alta Resolución:	Apagado	Optimizar Parámetros Espectróm.:
	Tipo Señal:	Continuo	Re-muestras:	Rápido	No
	Tiempo Medida:sg		4 Modo Rechazo Datos:	No	Nº de Re-muestras: 3
	Usar Test RSD :	No			
PARAMETROS LLAMA	Tipo Llama:	Aire-C2H2	Flujo Combust.:/min		0.9 Oxidante Auxiliar: Apagado
	Toma del Nebuliz.:/sg		4 Estabiliz. Mechero:/mins		0 Optimiz. Flujo Combust.:
	Altura Mechero:/mm		7 Optimiz Altura Mechero:	No	
PARAMETROS MUESTREO	Muestreo:	Ninguna			
PARAMETROS CALIBRAC.	Modo Calibrac.:	Normal	Ajuste Lineal:	Curva Segmentada	Usar Calibr. Almacenada: No
	Unidades Concentrac.:	mg/L	Unidades Escala:	mg/L	Factor Escala: 1
	Límites Exceso Curvatura:	-10% a +10%	Re-escalar Límite: %		10 Acción Fallida : Señalizar y continuar
	Estándar Maestro	7			
	Estándar1	0.5			
	Estándar2	1			
	Estándar3	2			
PARAMETROS QC	Test	Conc:mg/L	Límites	Acción	Repetir
	Blanco QC		0 -0,010 hasta 0,010Abs	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 1		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 2		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 3		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 4		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 5		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 6		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 7		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 8		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	referencia QC 9		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	QC Recup Prep		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	QC Recup Anal		1 90,0 hasta 110,0%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	Duplicar QC		1 10.00%	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
	Blanco Calib QC		-1,000 hasta 1,000mg/L	Continuar	Continuar Siguiete Elemento
RESUMEN TEST QC	ACCION QC	RESUMEN RESULT. QC			
	Sobre/Bajo calibrac.	17 de 22 disoluciones			

RESULT. PARA ELEMENTO	Pb	D MUESTRA	TIPO RESULT.	SEÑAL	Rsd	SEÑALIZACIONES	CONC.	CONC. CORRE	HORA	FECHA
				Abs	%		ng/L	ng/L		
	Blanco	Media		-0.001258052	19.9582958		0			
	Blanco	Re-muestra 1 de 3		-0.00122725					18:09:36	24/06/2018
	Blanco	Re-muestra 2 de 3		-0.001023729					18:09:40	24/06/2018
	Blanco	Re-muestra 3 de 3		-0.001523077					18:09:44	24/06/2018
	Estándar 1	Media		0.006229239	8.99166775		0.5			
	Estándar 1	Re-muestra 1 de 3		0.005594872					18:10:37	24/06/2018
	Estándar 1	Re-muestra 2 de 3		0.006437288					18:10:42	24/06/2018
	Estándar 1	Re-muestra 3 de 3		0.006655556					18:10:46	24/06/2018
	Estándar 2	Media		0.013692369	3.55037498		1			
	Estándar 2	Re-muestra 1 de 3		0.013321552					18:11:33	24/06/2018
	Estándar 2	Re-muestra 2 de 3		0.013512821					18:11:38	24/06/2018
	Estándar 2	Re-muestra 3 de 3		0.014242735					18:11:42	24/06/2018
	Estándar 3	Media		0.030682322	1.01142633		2			
	Estándar 3	Re-muestra 1 de 3		0.030954622					18:12:24	24/06/2018
	Estándar 3	Re-muestra 2 de 3		0.030344445					18:12:29	24/06/2018
	Estándar 3	Re-muestra 3 de 3		0.030747479					18:12:33	24/06/2018
	M1-01	Media		0.778315723	0.03795382		46.0044441	46.0044441		
	M1-01	Re-muestra 1 de 3		0.778209502					18:13:57	24/06/2018
	M1-01	Re-muestra 2 de 3		0.778088152					18:14:02	24/06/2018
	M1-01	Re-muestra 3 de 3		0.778649569					18:14:06	24/06/2018
	M1-02	Media		0.605259418	0.357331067		35.8186417	35.8186417		
	M1-02	Re-muestra 1 de 3		0.605020165					18:15:22	24/06/2018
	M1-02	Re-muestra 2 de 3		0.607531905					18:15:26	24/06/2018
	M1-02	Re-muestra 3 de 3		0.603226244					18:15:31	24/06/2018
	M1-03	Media		0.609495461	0.499768227		36.0679665	36.0679665		
	M1-03	Re-muestra 1 de 3		0.612893224					18:17:24	24/06/2018
	M1-03	Re-muestra 2 de 3		0.608583927					18:17:29	24/06/2018
	M1-03	Re-muestra 3 de 3		0.607009232					18:17:33	24/06/2018
	M2-01	Media		0.711201251	0.308388531		42.0541992	42.0541992		
	M2-01	Re-muestra 1 de 3		0.70867604					18:18:13	24/06/2018
	M2-01	Re-muestra 2 de 3		0.712631047					18:18:17	24/06/2018
	M2-01	Re-muestra 3 de 3		0.712296605					18:18:22	24/06/2018
	M2-02	Media		0.599012613	0.551838756		35.4509621	35.4509621		
	M2-02	Re-muestra 1 de 3		0.596480489					18:19:25	24/06/2018
	M2-02	Re-muestra 2 de 3		0.603252149					18:19:29	24/06/2018
	M2-02	Re-muestra 3 de 3		0.597805142					18:19:34	24/06/2018
	M3-01	Media		0.453691989	0.808139205		26.8976364	26.8976364		
	M3-01	Re-muestra 1 de 3		0.456666678					18:20:24	24/06/2018
	M3-01	Re-muestra 2 de 3		0.45481357					18:20:28	24/06/2018
	M3-01	Re-muestra 3 de 3		0.449595749					18:20:32	24/06/2018
	M2-03	Media		0.133087352	0.689204395		8.02738762	8.02738762		
	M2-03	Re-muestra 1 de 3		0.133439824					18:21:11	24/06/2018
	M2-03	Re-muestra 2 de 3		0.133776069					18:21:16	24/06/2018
	M2-03	Re-muestra 3 de 3		0.132046148					18:21:20	24/06/2018
	M3-02	Media		0.344223708	0.563358665		20.4545174	20.4545174		
	M3-02	Re-muestra 1 de 3		0.343719482					18:22:02	24/06/2018
	M3-02	Re-muestra 2 de 3		0.346365243					18:22:06	24/06/2018
	M3-02	Re-muestra 3 de 3		0.342586428					18:22:11	24/06/2018
	M3-03	Media		0.55919379	0.289281517		33.107296	33.107296		
	M3-03	Re-muestra 1 de 3		0.560970366					18:22:56	24/06/2018
	M3-03	Re-muestra 2 de 3		0.557805896					18:23:00	24/06/2018
	M3-03	Re-muestra 3 de 3		0.55805108					18:23:05	24/06/2018
	M1-01-1	Media		0.205782399	1.46792436		12.3060951	12.3060951		
	M1-01-1	Re-muestra 1 de 3		0.20909742					18:25:39	24/06/2018
	M1-01-1	Re-muestra 2 de 3		0.205064401					18:25:43	24/06/2018
	M1-01-1	Re-muestra 3 de 3		0.20318535					18:25:48	24/06/2018
	M1-02-1	Media		0.161827922	6.74211121		9.7190094	9.7190094		
	M1-02-1	Re-muestra 1 de 3		0.171484739					18:30:03	24/06/2018
	M1-02-1	Re-muestra 2 de 3		0.164006725					18:30:08	24/06/2018
	M1-02-1	Re-muestra 3 de 3		0.149992302					18:30:12	24/06/2018
	M1-03-1	Media		0.173646614	1.84241521		10.4146376	10.4146376		
	M1-03-1	Re-muestra 1 de 3		0.177088141					18:30:59	24/06/2018
	M1-03-1	Re-muestra 2 de 3		0.173088789					18:31:04	24/06/2018
	M1-03-1	Re-muestra 3 de 3		0.170762926					18:31:08	24/06/2018
	M2-01-1	Media		0.166406557	0.867503166		9.98849964	9.98849964		
	M2-01-1	Re-muestra 1 de 3		0.168071792					18:31:52	24/06/2018
	M2-01-1	Re-muestra 2 de 3		0.165638655					18:31:57	24/06/2018
	M2-01-1	Re-muestra 3 de 3		0.155509239					18:32:02	24/06/2018
	M2-02-1	Media		0.12855714	2.34385371		7.76125145	7.76125145		
	M2-02-1	Re-muestra 1 de 3		0.130423531					18:32:38	24/06/2018
	M2-02-1	Re-muestra 2 de 3		0.13018474					18:32:42	24/06/2018
	M2-02-1	Re-muestra 3 de 3		0.125088885					18:32:47	24/06/2018
	M2-03-1	Media		0.021205569	1.56174827		1.47333348	1.47333348		
	M2-03-1	Re-muestra 1 de 3		0.021443591					18:35:50	24/06/2018
	M2-03-1	Re-muestra 2 de 3		0.021345763					18:35:54	24/06/2018
	M2-03-1	Re-muestra 3 de 3		0.020827351					18:35:59	24/06/2018
	M3-01-1	Media		0.112211727	3.08518839		6.79868364	6.79868364		
	M3-01-1	Re-muestra 1 de 3		0.115367241					18:36:56	24/06/2018
	M3-01-1	Re-muestra 2 de 3		0.112759322					18:37:01	24/06/2018
	M3-01-1	Re-muestra 3 de 3		0.108508624					18:37:05	24/06/2018
	M3-02-1	Media		0.103107318	3.56389546		6.26281309	6.26281309		
	M3-02-1	Re-muestra 1 de 3		0.106916949					18:39:10	24/06/2018
	M3-02-1	Re-muestra 2 de 3		0.102820516					18:39:14	24/06/2018
	M3-02-1	Re-muestra 3 de 3		0.099584483					18:39:19	24/06/2018
	M3-03-1	Media		0.125739858	2.17919183		7.59492636	7.59492636		
	M3-03-1	Re-muestra 1 de 3		0.12868908					18:41:56	24/06/2018
	M3-03-1	Re-muestra 2 de 3		0.125257626					18:42:00	24/06/2018
	M3-03-1	Re-muestra 3 de 3		0.123272881					18:42:05	24/06/2018

ANEXO 5: Power Point de Exposición

 **UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“POTENCIAL DEL ZURO DE MAÍZ (ZEA MAYS) COMO BIOSORBENTE EN SOLUCION
ACUOSA PARA REMOVER PLOMO DIVALENTE EN AGUAS CONTAMINADAS A
NIVEL LABORATORIO, PACHACAMAC, 2018”

Presentado por:
Bach. SILVA LAVALLE, Ericson Joel

LIMA- PERU
2018

INTRODUCCIÓN



Preparación de las muestras y los análisis respectivos para ejecutar el proceso de la tesis



(c)



(d)

(c) Ensayo de biosorción de Plomo con las diferentes dosis del bioadsorbente en 250 mL de la solución preparada. Se agitó a 1430 rpm durante 1h a una temperatura de 23°C.
(d) Mediante filtrado con papel Wattman N°40 se separó el biomaterial de la solución.



Se digesto las muestras obtenidas con la adición de HCL de 10mL en 100mL de solución por 4 horas.



Preparación de las curva de calibración para análisis espectrofotométrico básico



Lectura de estándares y muestras por triplicado por el equipo espectrofotómetro de absorción atómica y obtención de resultados de las concentraciones de Pb (II) en el agua contaminada.



PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el potencial del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?

Problemas Específicos

¿Cuál es la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?

¿Cuál es la eficacia del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018?



Objetivo General

Determinar el potencial del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

Objetivos Específicos



Identificar la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

Demostrar la eficacia del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente en solución acuosa para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018



MARCO REFERENCIAL

Antecedentes teóricos.

• TEJADA, G; HERNANDEZ, A; NIÑERO, J. (2016). En su trabajo de investigación "Remoción de plomo por biomasa residual de cáscaras de naranja Citrus sinensis y zuro de maíz Zea mays en la que tuvo como objetivo estudiar la adsorción de meta pesados por la biomasa de plantas en aguas residuales industriales desde la escala molecular, a partir de cáscaras de naranja y zuro de maíz, aplicando el método experimental que consistió en realizar una comparación entre las biomosas utilizadas, variando el tamaño de partículas y el pH, con el fin de determinar las mejores condiciones de adsorción en la que obtuvieron como resultados que las biomosas presentaron mayor capacidad de adsorción a condiciones de tamaño de partícula de 30mm, para el zuro de maíz y 1mm en la cáscara de naranja a un pH de 7, con valores de remoción de 67.8% y 99.2%, respectivamente, llegando a la conclusión que el zuro de maíz se puede utilizar por ser un buen adsorbente para la eliminación de Pb (II) en solución acuosa, lo que hace que sea de bajo costo y amigable con el medio ambiente. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso experimental realizado.

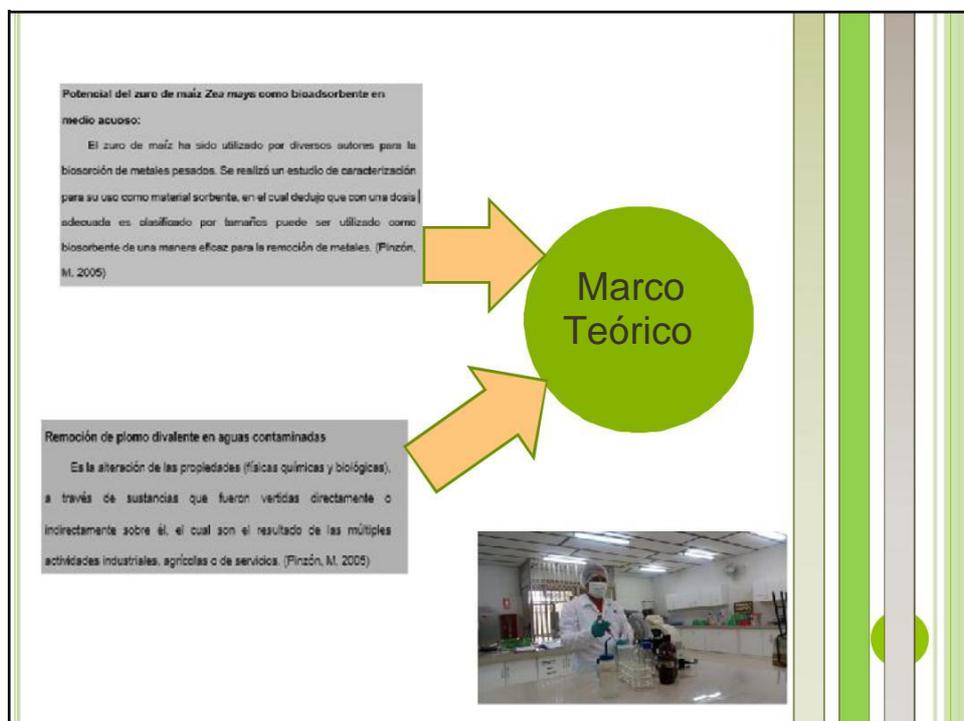
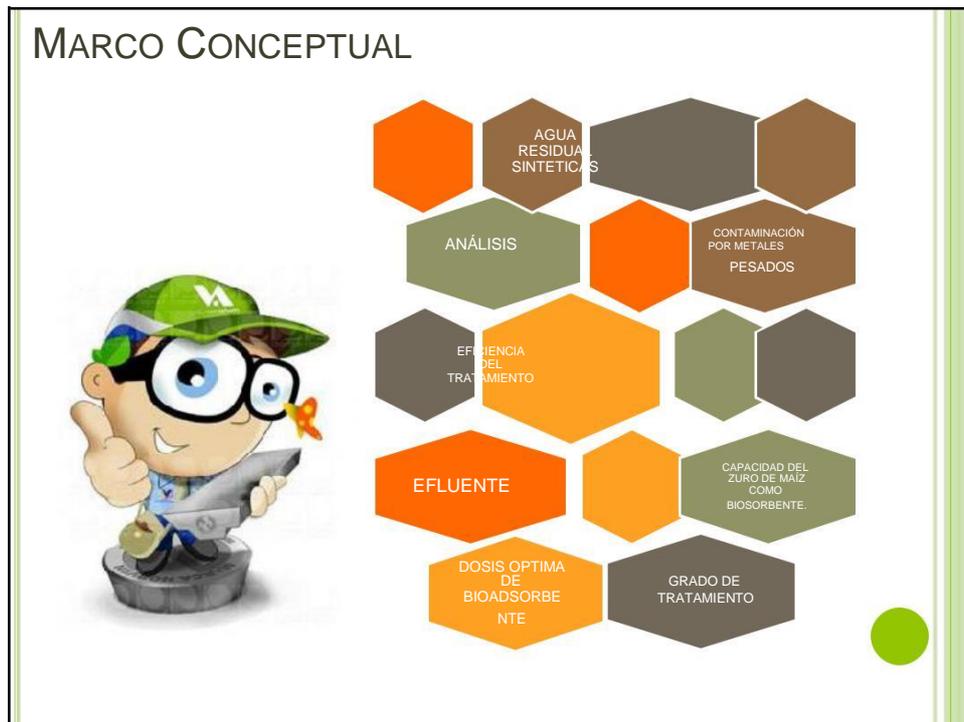
• ORE, F; LAVADO, C; BENEZÚ, S. (2015). En su trabajo de investigación "Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el mero de maíz Zea mays" en la que tuvo como objetivo caracterizar el biosorbente, realizar pruebas de biosorción de Pb(II) a partir de soluciones acuosas y estudiar las variables de dosis del biosorbente, cinética, concentración inicial de Pb (II) y pH, así como también correlacionar los datos experimentales de equilibrio y cinética de biosorción con los modelos matemáticos, estudiar la posibilidad de recuperar el metal y su aplicación en el tratamiento de un efluente minero, utilizando el método experimental mediante un sistema batch, en función del tiempo de contacto, dosis del biosorbente, pH inicial de la solución y concentración inicial de la solución de Pb (II), en la que obtuvieron como resultados que el zuro de maíz posee una capacidad máxima de biosorción de 7.9 mg/g. Se logró remover el 97% del Pb(II) contenido en las aguas residuales de mina. Llegando a la conclusión De los ensayos de biosorción se determinó las condiciones óptimas para la remoción de Pb(II) las cuales fueron de 4g/L de biosorbente, tiempo de agitación de 90 minutos y pH 5.0 y, además, la variable de mayor influencia sobre la capacidad de adsorción de Pb(II) fue el pH. Se obtuvo la máxima remoción a un pH igual a 5. Se estableció que el proceso de biosorción se dio por intercambio iónico e interacción electrostática entre el adsorbente y la superficie del biosorbente MRLZ. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso experimental realizado.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes teóricos.

• GARCIA, G. Y COLIN, A. (2016). En su trabajo de investigación "Biosorption of lead by maize Zea mays stalk sponge" en la que tuvo como objetivo investigar la remoción de Pb(II) en soluciones acuosas con tallo de Maíz Zea mays, utilizando el método experimental que consistió en utilizar los modelos de equilibrio y cinética considerando los factores tiempo y concentración a un pH óptimo de 6 ± 2 en la que obtuvieron como resultados que el proceso de adsorción se incrementó por el pH de la solución con un porcentaje máximo de sorción del 70% de Pb (II) con un pH 7, disminuye más su proceso de adsorción al aumentar el pH ($pH > 7$) llegando a la conclusión que el mecanismo de interacción entre el Pb (II) y el Zea mays es efectivo como biosorbente mediante el desarrollo de procesos tanto físicos como químicos. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y en la utilización de las pruebas realizadas.

• PETROVIC, M; SOSTARIC, T; STOJANOVIC, M; MILOJKOVIC, J; MIHAJLOVIC, M; STANOJEVIC, M; STANKOVIC, S. (2015). En su trabajo de investigación "Removal of Pb²⁺ ions by raw corn silk Zea mays as a novel biosorbent" en la que tuvo como objetivo investigar la seda de maíz como un potencial adsorbente para la remoción de Pb(II) en soluciones acuosas, así como los efectos de diferentes parámetros como pH, dosis de seda de maíz, concentración inicial de Pb(II), concentraciones y tiempo de contacto y los posibles mecanismos involucrados en la adsorción del Pb(II) con la seda de maíz así como también fue investigada el uso de la seda de maíz como adsorbente para la remoción de Pb(II) de aguas residuales industriales, utilizando el método experimental que consistió en utilizar un proceso de adsorción tipo Batch y un mecanismo de intercambio iónico en la que obtuvieron como resultados que el rango de la capacidad de adsorción de la seda de maíz fue de 52.5 a 90 mg/g en el intervalo de temperatura de 20 a 40 °C, respectivamente, llegando a la conclusión que la seda de Maíz Zea mays puede ser utilizado como un método eficiente y eco-amigable a bajo costo como biosorbente, debido a que puede remover de una manera rápida y exitosa iones disueltas de plomo en soluciones acuosas así como también de efluentes industriales reales. Este trabajo de investigación se relaciona con la presente tesis en las variables utilizadas y el proceso batch experimental realizado.



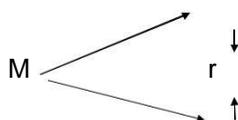
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño Experimental Correlacional

la investigación se basa en la recopilación de información buscando el conocimiento de la problemática, relacionando las variables y mostrando estas mediante tabas y gráficos para la medición del relacionamiento planteado.



Donde:

M : Muestra

O₁ : Observación de la V.1.

O₂ : Observación de la V.2.

r : Correlación entre dichas variables.

HIPÓTESIS GENERAL

El zuro de maíz (*Zea mays*) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

El zuro de maíz (*Zea mays*) con una dosis optima es Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018

El zuro de maíz (*Zea mays*) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS



Población.

Una Población es el conjunto de todos los argumentos que concuerdan con una serie de descripciones. (Selltiz, y otros, 1980)
La Población en el presente estudio son los 10 litros de agua residual sintética generada a nivel laboratorio

Muestra:

Teniendo en cuenta que la muestra es considerada según García, H (2000), como parte de la población en la que están representados los elementos de cada uno de los estratos cuyo grupo es necesario para la investigación a realizar. (p.54) se ha considerado pertinente que el tipo de muestra fuera no probabilística, debido a que se buscó la riqueza y calidad de la información mediante la generación de la muestra a nivel laboratorio. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010) Por ello, se utilizó los 10 litros de agua residual sintética generados para la realización de los tratamientos.

Técnica.

- La técnica que se utilizó en el presente estudio fue la observación experimental de laboratorio, puesto que se realizó el registro sistemático, mérito y confiabilidad de comportamientos y situaciones observables. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010)

Instrumentos.

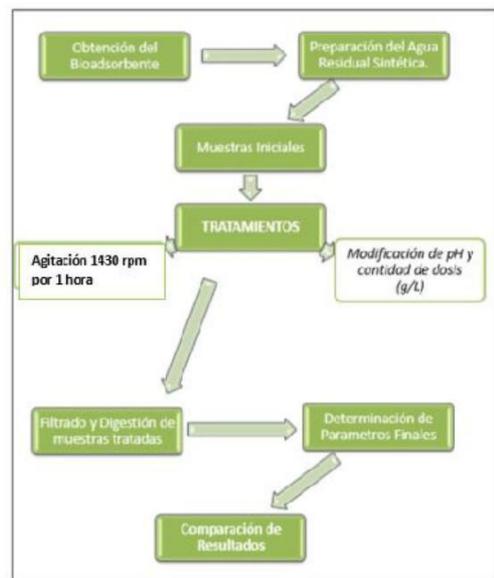
- El instrumento que se utilizó en presente trabajo de investigación fue la ficha de registro, formato elaborado por el presente donde se anotó la información obtenida de la observación y análisis periódico de los experimentos.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

OBTENCION DEL ABSORBENTE



PROCEDIMIENTOS A DESARROLLAR



Preparación de los bioadsorbentes: La biomasa fue recolectada en el mejor estado posible para evitar su pronta descomposición y garantizar la eficiencia del proceso. Fue lavada con abundante agua destilada con el fin de eliminar impurezas que puedan alterar el proceso de adsorción. Posteriormente fueron secadas en la estufa a 90°C por 24 h; y se finalizó con la reducción del tamaño de la misma, mediante un molino de rodillo, durante 20 min., y con el uso tamices, se obtuvo el tamaño 0,5mm.

Preparación del agua residual sintética: Se preparó la solución, añadiendo 0,1831g de $(CH_3COO)_2Pb \cdot 3H_2O$ a 1L de agua destilada, obteniendo una solución de Pb (II) a 100 ppm o 100 mg/L. Se utilizó este valor para simular la concentración promedio de efluentes industriales. (Tejada, C et al. 2016, p 171)

Ensayo de Bioadsorción de Plomo: Se agregó en vasos precipitados las diferentes dosis del bioadsorbente de los experimentos (1g/L, 2g/L y 4g/L) y 250mL de la solución preparada. Se agitó a 1430 rpm durante 1 h, estos ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de 23°C mediante filtrado con papel Whatman N°40 se separó el biomaterial de la solución. Los valores de pH que se evaluaron fueron 4, 5 y 8 los cuales se controlaron con la adición de HCl y NaOH. (Tejada, C et al. 2016, p 171). El análisis de concentración final se realizó con espectrofotometría de absorción atómica a 270nm, donde se realizaron 9 pruebas empleando los variables pH y cantidad de dosis de adsorbente, donde cada una de las pruebas se realizó por triplicado, obteniendo 27 pruebas en total, en una primera etapa se realizó un análisis de espectrofotometría básica para obtener la curva de calibración de concentración de plomo por absorbancia en el laboratorio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas y en una segunda etapa teniendo ya los resultados se ajustó estos resultados con un espectrofotómetro de absorción atómica de la empresa MINLAB.

• Luego la capacidad de adsorción y porcentaje de remoción se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$Cq \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{C_0 - C_f}{N} \times V(L) ; \%R = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100\%$$

Donde, C_0 es la capacidad de adsorción (mg/g), C_0 y C_f son las concentraciones iniciales y finales de Pb (II) en solución; V es el volumen (L) de solución tomada y N es la masa (g) de adsorbente usado



RESULTADOS

PARAMETROS INICIALES

PARÁMETRO O VARIABLE	EXPERIMENTO (MUESTRAS)								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Concentración inicial de Pb (mg/L)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Tamaño de partícula (mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cantidad de adsorbente (g/L)	1	1	1	2	2	2	4	4	4
Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: Elaboración propia

CONCENTRACION FINAL DE Pb DIVALENTE

CODIGO DE MUESTRA	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	MEDIA
M1	46,004 mg/L	45,904 mg/L	40,101 mg/L	44,004 mg/L
M2	35,810 mg/L	33,890 mg/L	34,896 mg/L	34,866 mg/L
M3	30,065 mg/L	35,811 mg/L	35,000 mg/L	35,806 mg/L
M4	42,054 mg/L	40,961 mg/L	41,242 mg/L	41,526 mg/L
M5	35,451 mg/L	36,076 mg/L	35,391 mg/L	36,072 mg/L
M6	29,895 mg/L	24,090 mg/L	25,390 mg/L	26,668 mg/L
M7	8,227 mg/L	8,988 mg/L	8,945 mg/L	8,666 mg/L
M8	20,455 mg/L	21,583 mg/L	20,870 mg/L	20,965 mg/L
M9	33,107 mg/L	32,879 mg/L	35,231 mg/L	34,072 mg/L

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

PARAMETROS INICIALES

PARÁMETRO O VARIABLE	EXPERIMENTO (MUESTRAS)								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Concentración inicial de Pb (ppm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Tamaño de partícula (mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cantidad de adsorbente (g/L)	1	1	1	2	2	2	4	4	4
Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fuente: Elaboración Propia

PORCENTAJE DE REMOCION DE Pb

CÓDIGO DE MUESTRA	PRIMERA REPETICIÓN	SEGUNDA REPETICIÓN	TERCERA REPETICIÓN	MEDIA
M1	64,00 %	64,16 %	62,00 %	64,00 %
M2	64,18 %	66,11 %	66,11 %	66,14 %
M3	63,93 %	64,16 %	64,31 %	64,14 %
M4	57,95 %	59,02 %	58,46 %	58,47 %
M5	64,55 %	63,12 %	64,11 %	63,93 %
M6	73,10 %	75,96 %	74,02 %	74,34 %
M7	91,97 %	91,00 %	90,90 %	91,31 %
M8	76,56 %	78,43 %	76,13 %	76,04 %
M9	66,80 %	66,12 %	64,77 %	66,03 %

Fuente: Elaboración Propia



PARAMETROS INICIALES

PARÁMETRO O VARIABLE	EXPERIMENTO (MUESTRAS)								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Concentración inicial de Pb (ppm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Tamaño de partícula (mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cantidad de adsorbente (g/L)	1	1	1	2	2	2	4	4	4
Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20

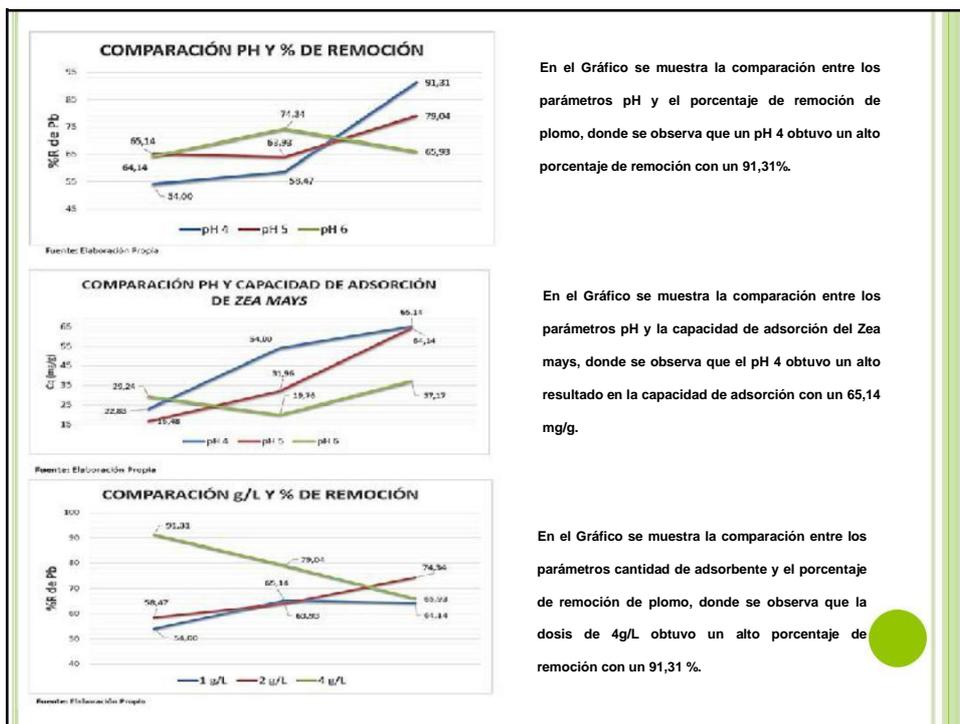
Fuente: Elaboración Propia

CAPACIDAD DE ABSORCION DE Pb DEL ZEA MAYS

CÓDIGO DE MUESTRA	PRIMERA REPETICIÓN	SEGUNDA REPETICIÓN	TERCERA REPETICIÓN	MEDIA
M1	16,72 mg/g	16,63 mg/g	16,16 mg/g	16,48 mg/g
M2	28,67 mg/g	26,61 mg/g	20,23 mg/g	28,24 mg/g
M3	22,69 mg/g	22,75 mg/g	22,74 mg/g	22,83 mg/g
M4	19,89 mg/g	16,61 mg/g	19,78 mg/g	19,76 mg/g
M5	32,27 mg/g	31,56 mg/g	32,06 mg/g	31,96 mg/g
M6	54,03 mg/g	54,19 mg/g	53,90 mg/g	54,00 mg/g
M7	64,18 mg/g	66,11 mg/g	66,11 mg/g	65,14 mg/g
M8	63,93 mg/g	64,19 mg/g	64,31 mg/g	64,14 mg/g
M9	39,50 mg/g	37,95 mg/g	37,91 mg/g	37,17 mg/g

Fuente: Elaboración Propia





En el Gráfico se muestra la comparación entre los parámetros pH y el porcentaje de remoción de plomo, donde se observa que un pH 4 obtuvo un alto porcentaje de remoción con un 91,31%.

En el Gráfico se muestra la comparación entre los parámetros pH y la capacidad de adsorción del Zea mays, donde se observa que el pH 4 obtuvo un alto resultado en la capacidad de adsorción con un 65,14 mg/g.

En el Gráfico se muestra la comparación entre los parámetros cantidad de adsorbente y el porcentaje de remoción de plomo, donde se observa que la dosis de 4g/L obtuvo un alto porcentaje de remoción con un 91,31 %.

COMPARACION DE RESULTADOS FINALES CON REFERENCIA BIBLIOGRAFICA RELACIONADA

	CAPACIDAD DE ADSORCIÓN (mg/g)	PORCENTAJE DE REMOCIÓN (%)	AUTORES
ZURO DE MAIZ	152,63	67,5	Tejada <i>et al</i> (2016)
	7,9	97	Oré <i>et al</i> (2015)
	90	-	Petrovich <i>et al</i> (2016)
	65,14	91,31	Presente Estudio

Fuente: Elaboración Propia

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS VS RESULTADOS

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS	VERDADERO / FALSO
El zuro de maíz (Zea mays) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.	Los resultados muestran que el zuro de maíz (Zea mays) tiene el potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; debido a que la mayor capacidad de adsorción de Pb fue de 65,14 mg de Pb/ g de biosorbente en la muestra N° 7.	V
HIPÓTESIS SECUNDARIAS		
El zuro de maíz (Zea mays) con una dosis optima es Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018	Se logró demostrar que la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio fue de 4 g de biosorbente / L de agua contaminada.	V
El zuro de maíz (Zea mays) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, Pachacamac, 2018.	Se comprobó en laboratorio que el zuro de maíz (Zea mays) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; dado que se obtuvo un 91,31 % de remoción del contaminante presente en la muestra.	V

CONCLUSIONES

Se determinó que el zuro de maíz (Zea mays) tiene potencial como Biosorbente en medio acuoso de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; debido a que la mayor capacidad de adsorción de Pb fue de 65,14 mg de Pb/ g de biosorbente en la muestra N° 7

Se identificó que la dosis optima del zuro de maíz (Zea mays) como Biosorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio fue de 4 g de biosorbente / L de agua contaminada.

Se demostró que el zuro de maíz (Zea mays) es eficaz como Biosorbente en medio acuoso para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio; dado que se obtuvo un 91,31 % de remoción del contaminante presente en la muestra.

RECOMENDACIONES

Se sugiere aplicar el presente estudio de bioadsorción de zuro de maíz (*Zea mays*) a muestras obtenidas de fuentes externas como agua de río o efluentes industriales para demostrar la eficacia del mismo.

Realizar el proceso de bioadsorción del zuro de maíz (*Zea mays*) a nivel piloto y de esta manera poder determinar la capacidad máxima de agua contaminada a tratar por cierta cantidad de masa de biosorbente

Realizar un estudio para el proceso post-tratamiento de recuperación de metales adsorbidos por la biomasa durante el tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÁRIZARES, R. (2006). "Eiserción de metales pesados mediante el uso de la biomasa bacteriana". *Revista Latinoamericana de Microbiología*, Vol. 42 pp 131-143.
- CARHUANA, A. & CABANA S. D. & ZEPEDA, A. (2017). "Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados Pb (II) y Zn (II)". *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UCADY*, pp 1-8, ISBN 1800-528-X.
- DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD - DISESA (Perú) (2011). "Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N° 001-2010-CA". Lima, Perú. 44 p.
- DUBEY, S. & KRISHNA, C. (2007). "Adsorption of chromium (VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: A comparative study". *J. Hazard. Mat.* 146: 465-470.
- GARCÉS, H. (2008). "Metodología de la investigación científica", 1era edición. Ecuador: abya-yala, fecha de consulta: 5 de enero 2017.
Disponibile en: <http://co.sldozkam.rct/GiwaRamos/libro.de.metodologia.investigacion.cientifica>
- GARCÍA, G. & COLLIN, A. (2016). "Biosorption of lead by maize (*Zea mays*) stalk sponge". *J. Environ. Manag.* 2079-2098.
- HANNACH, Y. & SHAPOVALOV, N. & HANNACHI, A. (2010). "Adsorption of nickel from aqueous solution by the use of low-cost adsorbents". *Korean J. Chem. Eng.* 27:152-158.
- HE-MANRUI-F., H. X. H-HANRUI-F., C. A. HAP/ISTIA, J. (2011). "Tecnología de la Investigación". Quinta Edición. Mexico DF: Interamericana Editoras, pág. 119. ISBN: 973-007-15-0281-2.
- IZQUIERDO, M. (2010). "Remoción de Metales Pesados en Aguas Residuas: Bioadsorción. Evaluación de Materiales y Modelos en el Proceso". Valencia: Universidad De Valencia, pp 11-48. ISBN: 978 84 369 4367 2
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO - MINAGRI (Perú) (2015). "Fiche Técnica: Maíz *Zea mays*". Lima, Perú. fecha de consulta: 20 de marzo 2017.
Disponibile en: <http://www.minsan.gob.pe/porta/espacial/maizcero70/sector-agricola/maiz/250-maiz?language=es>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE - MINAM (Perú) (2008). "Protocolo de calidad ambiental para agua D.S. N°015-2007-Lima, Perú. 7p.
- MUNOZ, J. (2007). "Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja esbozo de protocolo". Tesis para optar el título profesional de Químico. Universidad Nacional de Mayno - San Marcos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura Química Lima-Perú.
- PIRE, J. & AVARIN, M. & BERNIERI, V. (2013). "Remoción de Pb (II) de aguas residuales de mino usando el maíz de maíz (*Zea mays*)". *Rev. Soc. Quím. Perú* 79:127-134.
- LUQUELO, C. & HÉMBEL, P. & ALFAYATE, J. (2007). "Contaminación Ambiental: un siglo desde la química". Tercera edición. Madrid: S.A. Madrid, España. ISBN: 84 032 178 2.
- PAJWAL, R. (2004). "Inoculación al Maíz y su importancia. El maíz en los tiempos: Mejoramiento y producción". Colección PRO: Producción y Protección Vegetal 20. pp. 1-10. CITA: 30-5-324457-0
- PIZZÓN, M. & CARDONA, A. (2012). "Influencia del pH en la bioadsorción de Ni (II) sobre cáscara de naranja: Determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo". *Rev. Facultad Ciencias Exactas*, pp 45-53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

17. PETROVIC, M. & ŠOŠTARIC, T. & STOJANOVIC, M. & MILOJKOVIC, J. & MIHAJLOVIC, M. & STANOJEVIC, M. & STANKOVIC, S. (2016). "Removal of Pb²⁺ ions by raw corn silk (*Zea mays* L.) as a novel biosorbente". J. Taiwan Inst. Chem. Eng, pp , 407-416.
18. SELTZ, C. & COOK, S. & WRIGHTSMAN, L. (1980). "Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales". Madrid: RIALP, ISBN: 9788432120251.
19. TEJADA, C. & HERRERA, A. & NUÑEZ, J. (2016). "Remoción de plomo por biomásas residuales de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y zuro de maíz (*Zea mays*)". Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient, pp 169-178.
20. VILLABONA, Á. & PAZ, I & MARTÍNEZ, J. (2012). "Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural". Revista Biotecnol (1), 137-144, fecha de consulta: 16 de mayo 2017
21. Disponible en: www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/32768

GRACIAS