



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover
Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTOR

Hilda Muriel Balseca Avendaño

ASESOR

Dr. José Eloy Cuellar Bautista

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

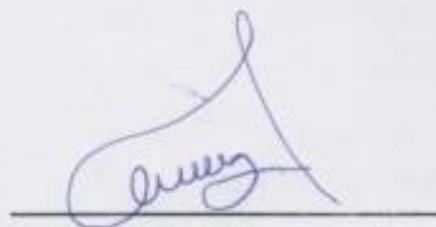
LIMA — PERÚ

Año 2017-I



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales

PRESIDENTE



Mg. Luis Felipe Gamarra Chavarri

SECRETARIO



Dr. José Eloy Cuellar Bautista

VOCAL

A mi madre, Hilda Avendaño, porque sin importar qué me brindas tu apoyo y amor incondicional.

A mi hermano, Alonso Balseca, eres el amor más puro de mi corazón y espero ser siempre un ejemplo para ti.

A Dios, porque siento tu presencia en mi vida dándome fortaleza y sustento para seguir avanzando.

No temas porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo: siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia.

Isaías 41:10

Esto es para ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primera instancia a Dios por darme salud y permitirme concretar muchas de las metas que me he trazado a lo largo de la vida.

Agradecer a mi familia, a mi madre, por su comprensión y paciencia con respecto a mi carácter; a su amor incondicional y por darme los ánimos suficientes de no rendirme hasta cumplir mis objetivos tanto personales como profesionales. A mi padre, por enseñarme a ver el potencial dentro de mí y mis habilidades. A ambos, por darme las pequeñas herramientas que me ayudaron a definir quién soy.

A la Universidad Cesar Vallejo por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme académicamente como una buena profesional.

Agradecer de la misma forma a los docentes de la EP de Ingeniería Ambiental que me guiaron a lo largo de estos años de formación académica, y en especial al Dr. Antonio Delgado Arenas, Ing. Máximo Zevallos León, Ing. Omar Vásquez Arana, Ing. Braulio Valdivia Orihuela e Ing. Ever Castillo Osorio, que compartieron conmigo sus conocimientos, consejos y amistad.

A mi asesor el Dr. José Cuellar Bautista por dirigirme hacia el cumplimiento de mis objetivos en el desarrollo del presente trabajo.

A David Villafani Castro, coordinador del área de SSOMA de la Universidad Cesar Vallejo Campus Lima Este, agradecerle la oportunidad de aprender y el apoyo para poder concluir este capítulo en mi vida académica.

Muchas Gracias

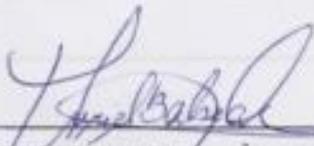
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Hilda Muriel Balseca Avendaño** con DNI **71457426**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes, consideradas en el reglamento de grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraz.

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

Lima, julio del 2017



Hilda Muriel Balseca Avendaño

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado presento ante ustedes la tesis titulada: **Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017** con la finalidad de determinar la capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Hilda Muriel Balseca Avendaño - El Autor

INDICE

PAGINAS DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2. Trabajos Previos.....	15
1.3. Teorías relacionadas al Tema.....	20
1.3.1. Marco Conceptual.....	20
1.3.2. Marco Teórico.....	21
1.3.3. Marco Legal.....	27
1.4. Formulación del Problema.....	27
1.4.1. Problema General.....	27
1.4.2. Problemas Específicos.....	28
1.5. Justificación del estudio.....	28
1.6. Hipótesis.....	28
1.6.1. Hipótesis General.....	28
1.6.2. Hipótesis Especificas.....	29
1.7. Objetivos.....	29
1.7.1. Objetivo General.....	29
1.7.2. Objetivos Específicos.....	29
II. MÉTODO.....	29

2.1. Diseño de Investigación.....	29
2.2. Variables, operacionalización.....	30
2.3. Población y Muestra.....	32
2.3.1. Población.....	32
2.3.2. Muestra.....	32
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.4.1. Técnica de Recolección de Datos.....	32
2.4.2. Instrumento de Recolección de Datos (IRD).....	32
2.4.2.1. Validez del IRD.....	33
2.4.2.2. Confiabilidad del IRD.....	33
2.5. Métodos de Análisis de Datos.....	34
2.5.1. Metodología del Proceso del Tratamiento.....	34
2.5.2. Método de Análisis Estadístico.....	36
III. RESULTADOS.....	38
3.1. Parámetros Iniciales.....	38
3.2. Parámetros Finales.....	39
3.3. Análisis Estadísticos.....	47
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
VII. REFERENCIAS.....	55
VIII. ANEXOS.....	58
ANEXO N° 1 – Matriz de Consistencia.....	58
ANEXO N° 2 – Instrumento “Ficha de Observación”.....	60
ANEXO N° 3 – Validación de Instrumento.....	61
ANEXO N° 4 – D.S N° 015-2015-MINAM – ECA Agua.....	67
ANEXO N° 5 – Registro Fotográfico.....	68
ANEXO N° 6 – Turnitin.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 - Operacionalización de Variables.....	31
Cuadro N° 2 - Coeficiente de Alfa de Cronbach.....	33
Cuadro N° 3 - Condiciones instrumentales para el análisis de Pb divalente para el análisis absorción atómica.....	35
Cuadro N° 4 - N° de experimentos con parámetros correspondientes.....	38
Cuadro N° 5 - Concentración final de Pb divalente.....	39
Cuadro N° 6 - Porcentaje de Remoción de Pb.....	41
Cuadro N° 7 - Capacidad de Adsorción de <i>Zea mays</i>	43
Cuadro N°8 - Cuadro comparativo de resultados de la capacidad de adsorción y porcentaje de remoción con resultados obtenidos por otros autores.....	48
Cuadro N° 9 - Resultados de la Prueba de Normalidad.....	49
Cuadro N°10 - Resultados de Prueba T Student.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 - Concentración final de Pb divalente.....	40
Gráfico N° 2 - Porcentaje de Remoción de Pb.....	42
Gráfico N° 3 - Capacidad de Adsorción de <i>Zea mays</i>	44
Gráfico N° 4 - Gráfico comparativo entre pH y porcentaje de remoción de Pb.....	45
Gráfico N° 5 - Gráfico comparativo entre pH y capacidad de adsorción de <i>Zea mays</i>	45
Gráfico N° 6 - Gráfico comparativo entre cantidad de adsorbente y porcentaje de remoción de Pb.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 - Espectro de FTIR de zuro de maíz amiláceo.....	24
Figura N° 2 - Proceso de obtención del bioadsorbente.....	34
Figura N° 3 - Proceso de Tratamiento.....	37

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017, 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 24h. 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 bioadsorbente 1, 2 y 4 g/L en una solución preparada de 250mL a una concentración de 100mg/L de Pb para someterlos a agitación de 150 rpm por 2h 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 de 65,14mg/g para remover plomo divalente en aguas contaminadas presentando un pH 4 y una dosis optima de 4g/L.

Palabras Claves: zuro de maíz, remoción de plomo, bioadsorbente, aguas contaminadas.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the ability of Zea mays corn as a bioadsorbent to remove Dipole Lead in contaminated waters at the laboratory level, SJL, 2017, comprising experimental quantitative research. Likewise, the type of sampling is non-probabilistic applied in a sample of 10 liters of synthetic wastewater. The treatment of the biomass, the zuro corn, was carried out by washing with distilled water to be dried in the stove at 90 ° C for 24 hours. The dried material was ground to a particle size of 0.5mm. The tests to determine the capacity of the corn zuro 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 250mL to a concentration of 100mg / L of Pb to be submitted to Agitation of 150 rpm for 2h with 3 pH levels being 4, 5 and 6. Observing a reduction in the final concentration of Pb of up to 8.69 mg / L obtaining a removal percentage of 91.31%. Concluding that Zea mays maize zuro has a maximum adsorption capacity as biosorbent of 65.14 mg / g to remove divalent lead in polluted waters presenting a pH 4 and an optimum dose of 4g / L.

Keywords: Corn, lead removal, bioadsorbent, contaminated water

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

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 los ECAs de Agua (DS 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 bioadsorbente que permita remover Plomo (II) en aguas industriales y de esta manera, utilizar menos insumos químicos y reaprovechar la biomasa residual del maíz.

1.2. Trabajos previos

TEJADA, C; HERRERA, A; NÚÑEZ, J. (2016). En su trabajo de investigación “Remoción de plomo por biomasa residual 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 biomasa 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 biomasa presentaron mayor capacidad de adsorción a condiciones de tamaño de partícula de 0,5mm, 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 bioadsorbente 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 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 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 bioadsorbente, 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 una 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 CaCl₂ 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.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Marco Conceptual

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)

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)

Dosis optima 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)

1.3.2 Marco Teórico

Biosorción

La biosorción 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 solida (bioadsorbente) y una fase liquida (solvente, que es generalmente agua) que contiene los contaminantes disueltos que van a ser asimilados (sorbato) (Cañizares, 2000).

El proceso de biosorción 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 liquida a una cantidad de partículas de material biológico solido 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)

Factores que afectan el proceso de Biosorción

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 centros 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 óptimo es diferente en cada sistema de bioadsorción esto depende del metal, el bioadsorbente 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)

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)

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 aún 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

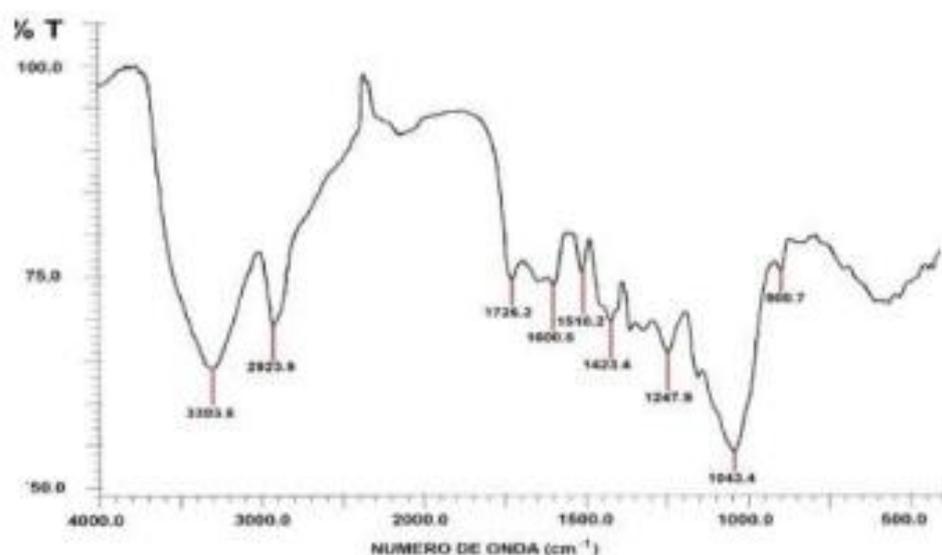
gusanos de las mazorcas y a otros insectos que los atacan tanto en el campo como en el almacenamiento. (MINAGRI, 2011, pp 39-42)

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

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 ($-CH_2-$); 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 esterres ($=C-O-C$); 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 ($-NH-$); el pico a $1420,4\text{cm}^{-1}$ corresponde al estiramiento vibracional del ácido carboxílico ($CO-OH$) 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

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, Huara), 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)

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).

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 numero 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)

Parámetros físicos y químicos

Dentro de los parámetros físicos posee las características organolépticas, turbidez, solidos 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).

pH

El pH en el agua señala una conducta sea ácido o básico de este, es una característica química muy importante para lograr el progreso en el ecosistema acuático por lo que tiene que intervenir en determinados procesos químicos y biológicos, es a su vez un excelente parámetro de aspecto general para disponer la calidad del agua. Por lo general las aguas crudas poseen una naturaleza básica, con unos valores de pH que oscila entre 6,5 -8,5. (Orozco, C., Pérez, A., Gonzales, N., 2009, P.71).

1.3.3 Marco Legal

- **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.

- **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.

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Problema General

- ¿Cuál es la capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?

1.4.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la dosis óptima del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?
- ¿Cuál es la eficacia del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?

1.5. Justificación del estudio

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.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

- El zuro de maíz *Zea mays* tiene la capacidad como bioadsorbente de remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- El zuro de maíz *Zea mays* con una dosis optima es bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017
- El zuro de maíz *Zea mays* es eficaz como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- Determinar la capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Identificar la dosis optima del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017.
- Demostrar la eficacia del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

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 (Capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente) 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).

2.2. Variables, operacionalización

Variable Independiente:

- **Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente:**
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)

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)

Cuadro N° 1 – Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
VARIABLE INDEPENDIENTE: Capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente	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)	Para la capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente determino la dosis optima de biosorbente mediante el tamaño de la partícula, cantidad de biomasa utilizada y también se evaluó la efectividad del adsorbente mediante el porcentaje de remoción y la capacidad de adsorción.	Dosis optima de bioadsorbente	Tamaño de la Partícula	mm
				Cantidad de zuro de maíz	g/L
			Eficacia del bioadsorbente	Porcentaje de Remoción	%
				Capacidad de adsorción	mg/g
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 color, conductividad, el pH, así también se midió la concentración inicial del contaminante, como también la concentración final.	Propiedades fisicoquímicas del agua contaminada	pH	unidad de pH
				Temperatura	°C
			Concentración de Pb(II) en el agua contaminada	Concentración Inicial de Pb (II)	mg/L
				Concentración Final de Pb (II)	mg/L

Fuente: Elaboración Propia

2.4. Población y Muestra

2.4.1. 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.

2.4.2. 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.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.5.1. Técnica de Recolección de Datos

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)

2.5.2. Instrumento de Recolección de Datos (IRD)

El instrumento que se utilizó en presente trabajo de investigación fue la ficha de registro, formato elaborado por la presente donde

se anotó la información obtenida de la observación y análisis periódico de los experimentos.

2.5.2.1. Validez del IRD

La validez de un instrumento, se refiere al grado en que este realmente mide las variables presentes en el estudio. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010) Por lo tanto, la ficha de registro elaborada fue sometida a un juicio de expertos, donde tres (03) especialistas revisaron y aprobaron la ficha, brindando a su vez el porcentaje de validez de la misma.

2.5.2.2. Confiabilidad del IRD

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°2 – 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.

2.6 Métodos de Análisis de Datos

2.6.1. Metodología para el proceso tratamiento

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 24h; y se finalizó con la reducción del tamaño de la misma, mediante un molino de rodillo, durante 20 mins, y con el uso tamices, se obtuvo el tamaño 0,5mm.

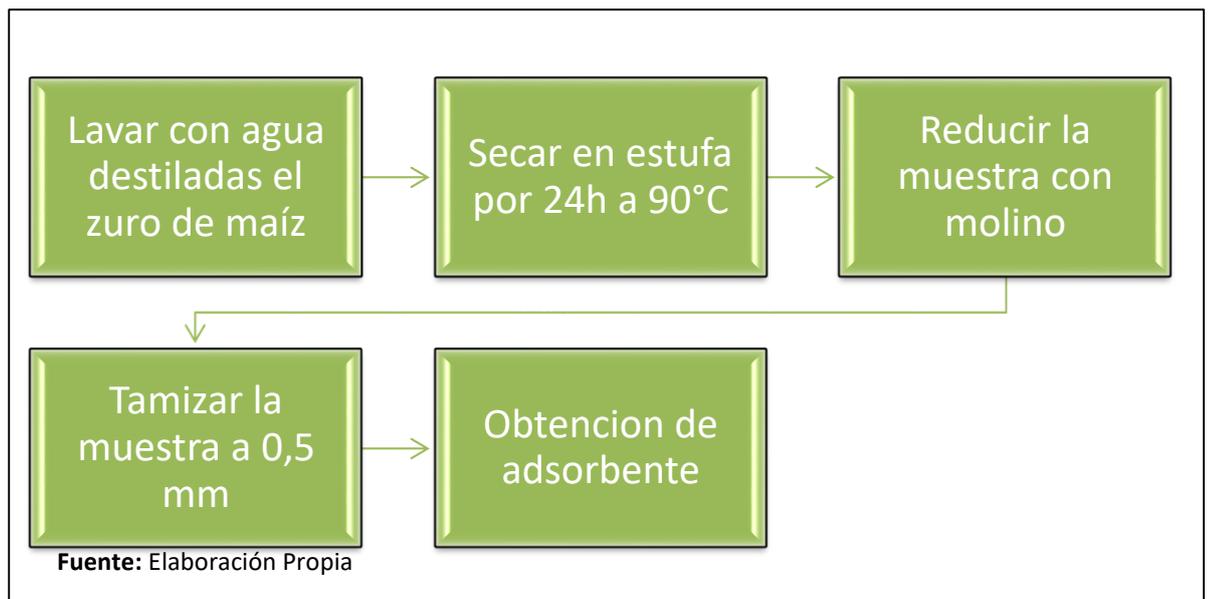


Figura N°2 Proceso de obtención del bioadsorbente

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 100ppm o 100mg/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 150 rpm durante 2h, estos ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de 20°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 espectroscopía de absorción atómica a 270nm, donde se realizaron 9 pruebas empleando los variables pH y cantidad donde cada una de las pruebas se realizó por triplicado, obteniendo 27 pruebas en total.

Cuadro N° 3 - 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

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

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

Donde, C_q 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 M es la masa (g) de adsorbente usado.

2.6.2. 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.

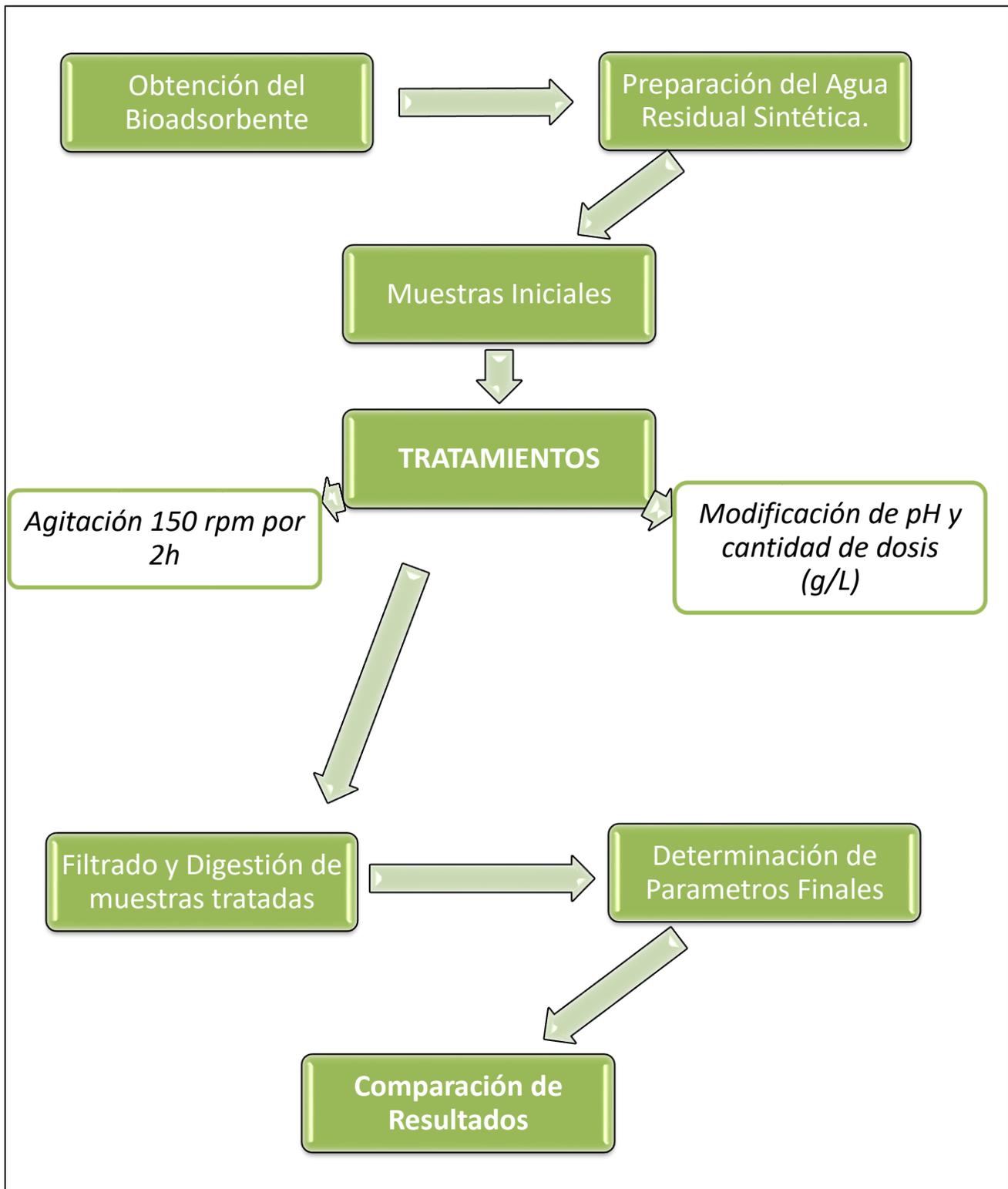


Figura N°3 Proceso de Tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

III. RESULTADOS

3.1 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° 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 ($^{\circ}\text{C}$) son constantes y los parámetros pH y cantidad de adsorbente (*g/L*) variaron.

3.2 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 Calidad de la Universidad César Vallejo y analizadas en el Laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

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 bioadsorbente 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.

Porcentaje de Remoción

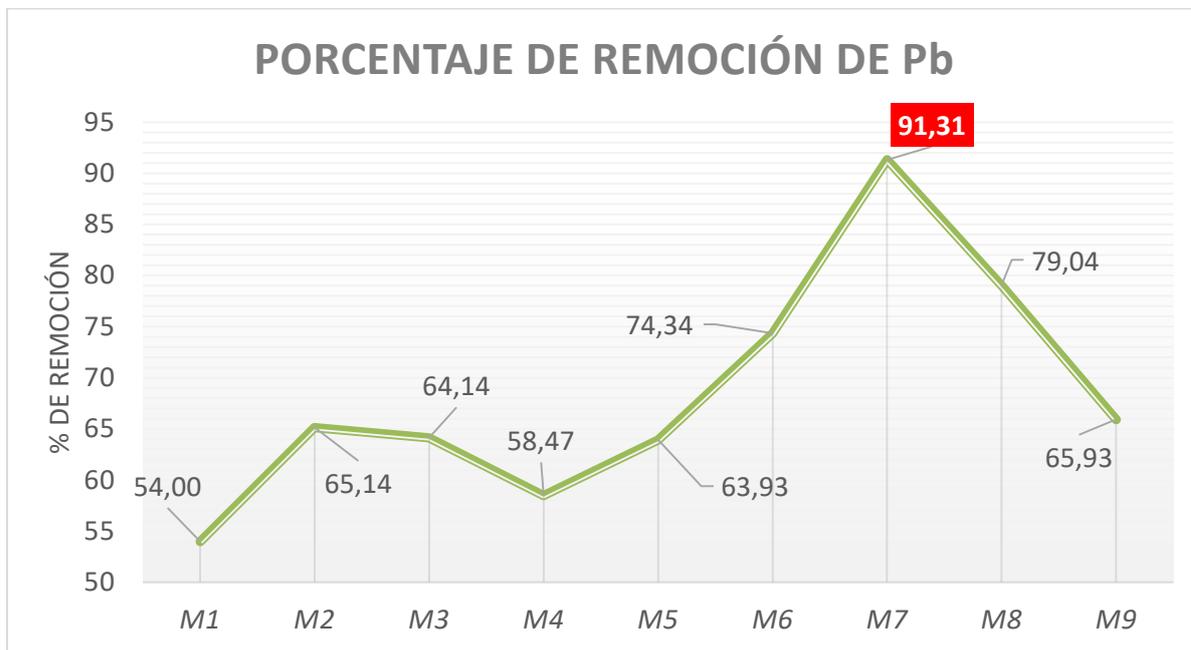
Mediante la fórmula mencionada en el punto (2.1) y con la concentración final obtenida del Pb divalente; se determinó el porcentaje de remoción de Pb de los 09 tratamientos con la variación de dosis del bioadsorbente y pH mencionados en el Cuadro N°4. Posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación con el parámetro inicial.

Cuadro N° 6 – Porcentaje de Remoción de Pb

CÓDIGO DE MUESTRA	PRIMERA REPETICIÓN	SEGUNDA REPETICIÓN	TERCERA REPETICIÓN	MEDIA
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.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°2 - Porcentaje de Remoción de Pb

En el Gráfico N°2 se ubicaron las medias de las repeticiones de los resultados obtenidos del porcentaje de remoción de Pb divalente, donde se observa que la Muestra N° 7 obtuvo el mayor porcentaje de remoción de Pb con un 91,31% y que la muestra que obtuvo el menor porcentaje de remoción fue la N°1 con 54%. Denotando resultados favorables ya que sobrepasan el 50% de remoción.

Capacidad de Adsorción de *Zea mays*

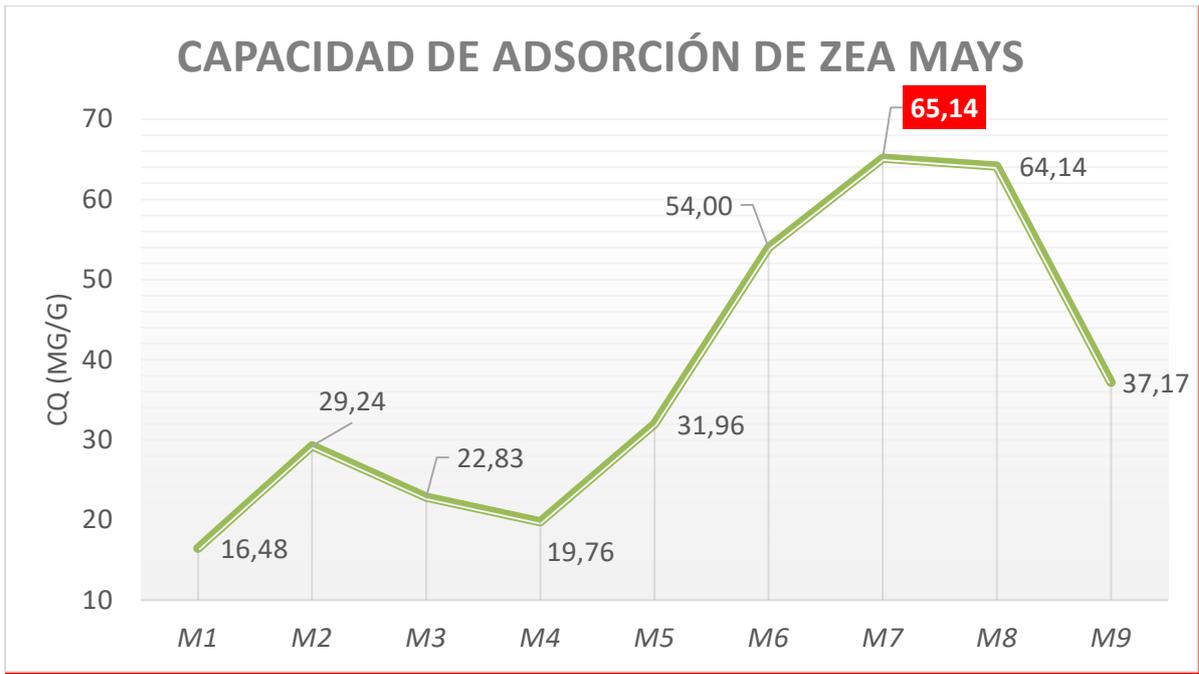
Mediante la fórmula mencionada en el punto (2.1) y con la concentración final obtenida del Pb divalente; se determinó la capacidad de adsorción del *Zea mays* de los 09 tratamientos con la variación de dosis del bioadsorbente y pH mencionados en el Cuadro N°4. Posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación con el parámetro inicial.

Cuadro N°7 - Capacidad de Adsorción de Zea mays

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

Fuente: Elaboración Propia

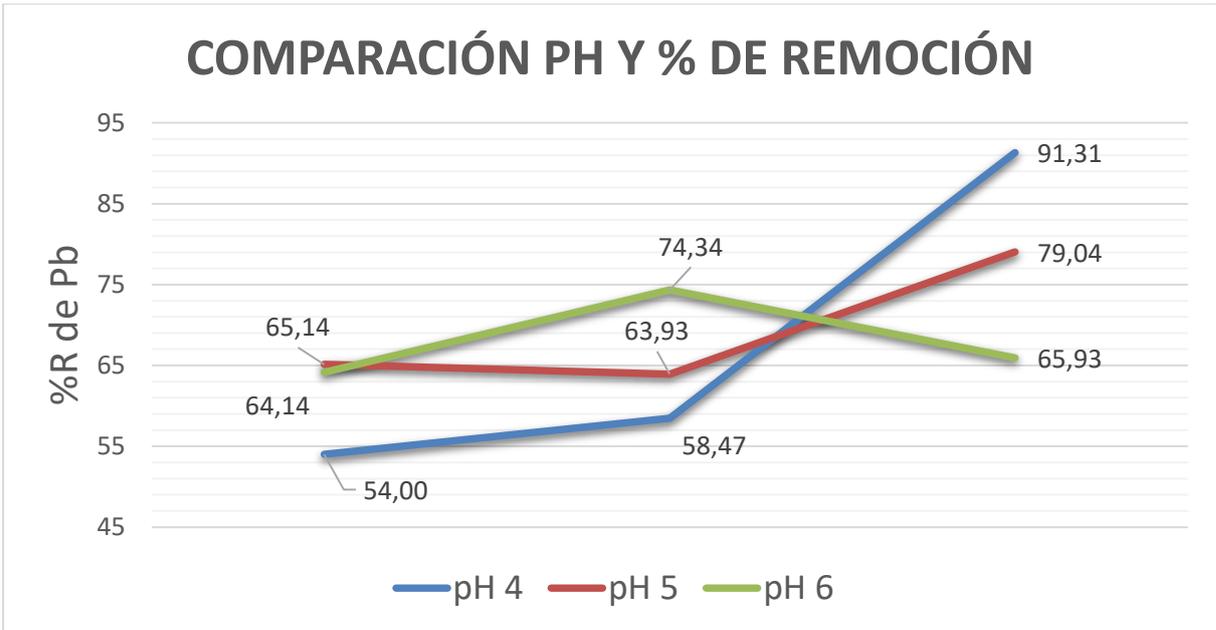
En el Cuadro N°7 se observa las 03 repeticiones y la media de los resultados obtenidos con respecto a la capacidad de adsorción del *Zea mays* en las 09 muestras tratadas, así mismo se observa resultados elevados significativos en cada una de las muestras.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3 - Capacidad de Adsorción de Zea mays

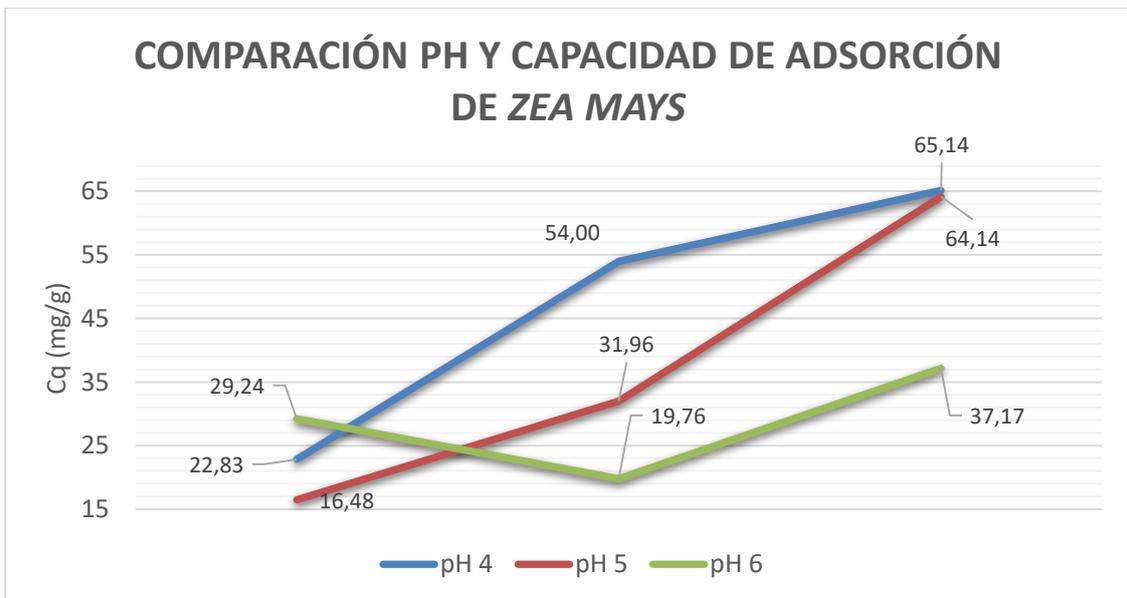
En el Gráfico N°3 se ubicaron las medias de las repeticiones de los resultados obtenidos de la capacidad de adsorción del *Zea mays*, donde se observa que la Muestra N° 7 obtuvo el mayor resultado de adsorción con un 65,14 mg/g y que la muestra que obtuvo el menor resultado fue la muestra N°1 con solo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



Fuente: Elaboración Propia

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

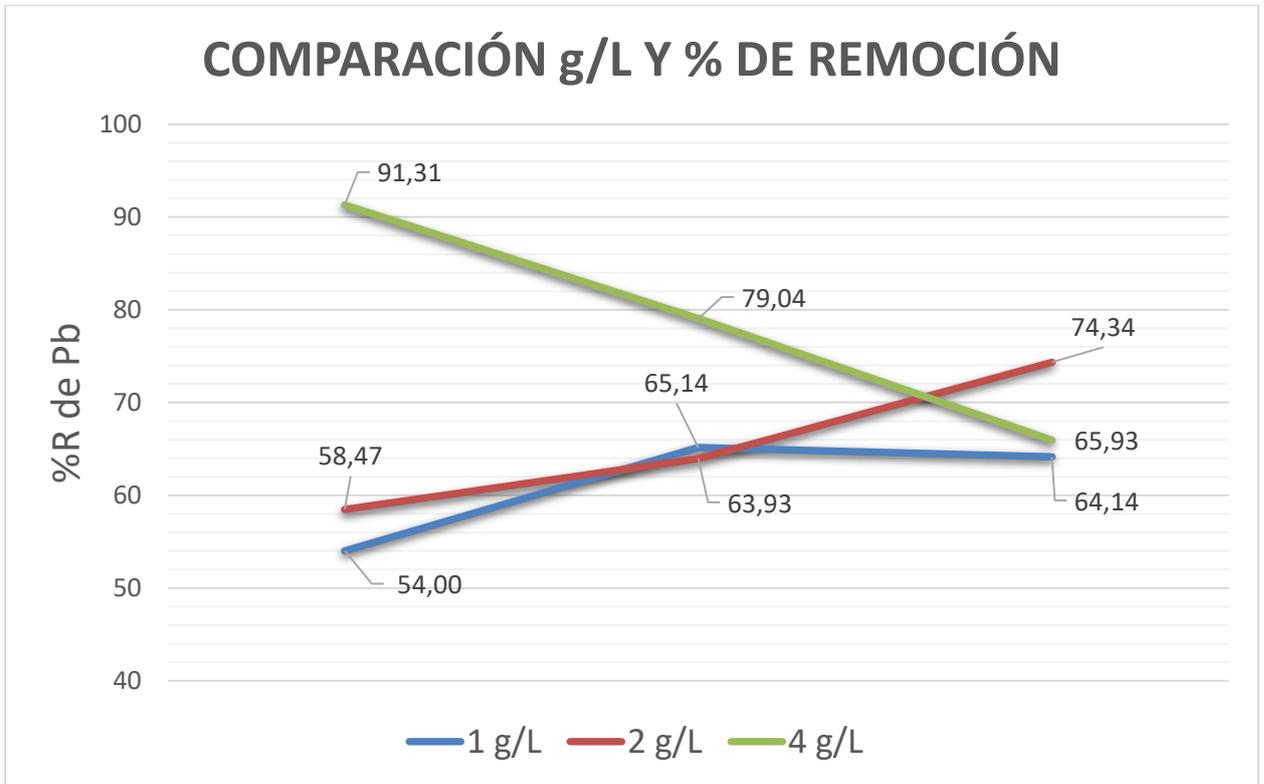
En el Gráfico N°4 se muestra la comparación entre los parámetros pH y el porcentaje de remoción de plomo, donde se observa que un pH 4 obtuvo un alto porcentaje de remoción con un 91,31%.



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 autores.

	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 literatura 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.

3.3. Análisis Estadísticos

Según los objetivos planteados se buscó evaluar la capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017; por ende, en esta investigación se necesita comprobar la hipótesis alterna utilizando el software SPSS.

- H0: $\mu > 0,05$ (El zuro de maíz no tiene la capacidad como bioadsorbente de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017)
- H1: $\mu < 0,05$ (El zuro de maíz tiene la capacidad como bioadsorbente de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017)

Prueba de Normalidad

Para corroborar si los datos se comportan de manera normal y elegir un test estadístico para comprar 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 5% (0,000). Por lo tanto se rechaza la Hipotesis Nulo (H_0) y se aprueba la Hipotesis Alterna (H_1), concluyendo que el zuro de maíz tiene la capacidad como bioadsorbente de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en relación a la hipótesis planteada el zuro de maíz tiene la capacidad como bioadsorbente 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 bioadsorbente 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 bioadsorbente para el presente estudio es de 4 gramos de bioadsorbente 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 bioadsorbente 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 bioadsorbente 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.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que el zuro de maíz *Zea mays* tiene la capacidad como bioadsorbente 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 bioadsorbente 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 bioadsorbente 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.

VI. 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

CAÑIZARES VILLANUEVA, R. O. (2000). Biosorción de metales pesados mediante el uso de la biomasa bacteriana. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, Vol. 42 pp 131-143.

CARDONA GUTIÉRREZ A. F., CABAÑAS VARGAS D. D., ZEPEDA PEDREGUERA A. 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*, 2013, pp 1-9, ISSN 1665-529-X.

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD - DIGESA (Perú). Reglamento de la calidad del agua para consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. Lima, Perú: 2011. 44 p.

DUBEY, S.P.; KRISHNA, G. Adsorption of chromium (VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: A comparative study. *J. Hazard. 2007 Mat.145: 465-470.*

GARCÉS paz, Hugo. Metodología de la investigación científica [en línea] 1era edición. Ecuador: abya- yala,2000 [fecha de consulta: [5 de enero 2017]

Disponible en: <http://es.slideshare.net/GiovaRamos/libro-de-metodologa-de-investigacin-cientfica-ts>

GARCÍA-ROSALES, G.; COLÍN-CRUZ, A. Biosorption of lead by maize (*Zea mays*) stalk sponge. *J. Environ. Manag.* 2010:2079-2086.

HANNACHI, Y.; SHAPOVALOV, N.A.; HANNACHI, A. 2010. Adsorption of nickel from aqueous solution by the use of low-cost adsorbents. *Korean J. Chem. Eng.* 27:152-158.

HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. 2010. Metodología de la Investigación. Quinta. Mexico DF: Interamericana Editores, 2010. pág. 119. ISBN: 978-607-15-0291-9.

IZQUIERDO SANCHI, M. Eliminación del Metales Pesados en Aguas mediante Bioadsorción. Evaluación de Materiales y Modelación del Proceso. Valencia: Universitat De València, 2010 pp 41-45. ISBN: 978-84-370-7981-3

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO – MINAGRI (Perú). Ficha Técnica: Maíz *Zea mays*. [en línea] Lima, Perú: 2015 [fecha de consulta: 20 de marzo 2017]

Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/30-sector-agrario/maiz/250-maiz?limitstart=0>

MINISTERIO DEL AMBIENTE – MINAM (Perú). Estándares de calidad ambiental para agua D.S. N°015-2015.Lima, Perú: 2008. 7p.

MUÑOZ, J. C. Biosorción de Plomo (II) por cáscara de naranja “citrus cinecis” pretratada. Tesis de licenciatura de Químico. Universidad Nacional del Mayor de San Marcos, Facultad de química e ingeniería química, Lima-Perú, 2007

ORÉ, J.F.; LAVADO, M.C.; BENDEZÚ, M.S. Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays*). Rev. Soc. Quím. Perú. 2015:122-134.

OROZCO, C., PÉREZ, A., ALFAYATE, J. Contaminación Ambiental: una visión desde la química. Thomson editores spain paraninfo S.A. Madrid, España, 2009. ISBN: 84-9732-178-2.

PALIWAL, R. L. Introducción al Maíz y su importancia. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. 2001 pp. 1-3 ISBN: 92-5-304457-8

PINZÓN-BEDOYA, M.; CARDONA, A. 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. 2010 :45-53

PETROVIC, M.; ŠOŠTARIC, T.; STOJANOVIC, M.; MILOJKOVIC, J.; MIHAJLOVIC, M.; STANOJEVIC, M.; STANKOVIC, S. Removal of Pb²⁺ ions by raw corn silk (*Zea mays* L.) as a novel biosorbente. J. Taiwan Inst. Chem. Eng. 2016:407-416.

SELLTIZ, C., COOK, S. y WRIGHTSMAN, L. Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales. Madrid: RIALP, 1980. ISBN: 9788432120251.

TEJADA TOVAR, C.; HERRERA, A.; NÚÑEZ ZARUR, J. 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. 2016: 169-178.

VILLABONA, Á., PAZ, I y MARTÍNEZ, J. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. Revista Biotecnol (1), 137-144, 2012 [fecha de consulta: 16 de mayo 2017]

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

ANEXO N° 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE: CAPACIDAD DEL ZURO DE MAÍZ COMO BIOADSORBENTE	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)	Para la capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente determino la dosis optima de biosorbente mediante el tamaño de la partícula, cantidad de biomasa utilizada y también se evaluó la efectividad del adsorbente mediante el porcentaje de remoción y la capacidad de adsorción.	Dosis optima del bioadsorbente	Cantidad de Zuro de Maíz	g/L	Enfoque: Cuantitativo
¿Cuál es la capacidad del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?	Determinar la capacidad del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017	El zuro de maíz <i>Zea mays</i> tiene la capacidad como bioadsorbente de remover Plomo divalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio.					Tamaño de la Partícula	mm	
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 color, conductividad, el pH, así también se midió la concentración inicial del contaminante, como también la concentración final.
¿Cuál es la dosis optima del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?	Identificar la dosis optima del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017	El zuro de maíz <i>Zea mays</i> con una dosis optima es bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017	Capacidad de Adsorción	mg/g	Diseño de investigación: Experimental Longitudinal				
							pH	unidad de pH	
							Temperatura	°C	Población: 10 de Litros de agua residual sintética

¿Cuál es la eficacia del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017?	Demostrar la eficacia del zuro de maíz <i>Zea mays</i> como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017	El zuro de maíz <i>Zea mays</i> es eficaz como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017				Concentración de Pb divalente en el agua contaminada	Concentración Inicial de Pb divalente	mg/L	Muestra: 10 de Litros de agua residual sintética
							Concentración Final de Pb divalente	mg/L	Muestreo: No Probabilístico

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 2 – INSTRUMENTO “FICHA DE OBSERVACIÓN”

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	“Capacidad del zuro de maíz (Zea mays) como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017”
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN

Código de Muestra	FECHA / HORA	CAPACIDAD DEL ZURO DE MAIZ COMO BIOADSORBENTE				REMOCIÓN DE PLOMO (II) EN AGUAS CONTAMINADAS				OBSERVACIONES
		Dosis optima del bioadsorbente		Eficacia del bioadsorbente		Propiedades físicoquímicas del agua		Concentración de Pb(II) en el agua contaminada		
		Tamaño de la Particula	Cantidad de Zuro de Maíz	Porcentaje de Remocion	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:	BALSECA AVENDAÑO HILDA MURIEL	

Fuente : Elaborado a partir del protocolo nacional de monitoreo de agua

ANEXO N° 3 – VALIDACIÓN DE FICHA DE OBSERVACIÓN



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Antonio Leonardo Delgado Arenas
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigación
- 1.3. Especialidad del validador: Tecnólogo - Residuo
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Observación
- 1.5. Título de la investigación: "Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Hilda Muriel Balseca Avendaño

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACION						

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Capacidad del zuro de maíz como bioadsorbente

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis óptima del bioadsorbente	Tamaño de la Partícula	✓		
	Cantidad de Zuro de Maíz	✓		

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2016

Eficacia del bioadsorbente	Porcentaje de Remoción	✓		
	Capacidad de Adsorción	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de plomo divalente en aguas contaminadas

DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Propiedades fisicoquímicas del agua contaminada	pH	✓		
	Temperatura	✓		
	Color	✓		
Concentración de Pb(II) en el agua contaminada	Concentración Inicial de Pb (II)	✓		
	Concentración Final de Pb (II)	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: 23 de Mayo del 2017



Firma del experto informante.

DNI N° 29671642 Teléfono N° 999106180

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: GAMARRA CHAUARRY, LUIS FELIPE
 1.2. Cargo e institución donde labora: SENAMHI - UCV
 1.3. Especialidad del validador: ING. GEOGRAFO - ECONOMISTA
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Observación
 1.5. Título de la investigación: "Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Hilda Muriel Balseca Avendaño

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como biadsorbente

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis Optima del Bioadsorbente	Tamaño de la Partícula	✓		
	Cantidad de Zuro de maíz	✓		

Eficacia del Bioadsorbente	Porcentaje de Remoción	✓		
	Capacidad de Adsorbente	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de Plomo divalente en aguas contaminadas

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Propiedades Físicoquímicas del agua contaminada	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Concentración de Pb (II) en el agua contaminada	Concentración Inicial de Pb (II)	✓		
	Concentración Final de Pb (II)	✓		

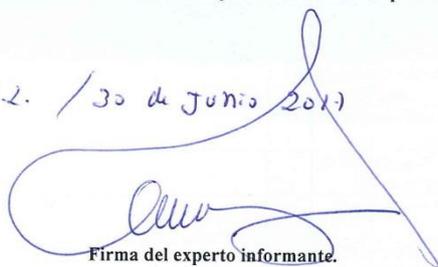
La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

S.J.L. / 30 de junio 2017



Firma del experto informante.

DNI. N° 10228440 Teléfono N° 952872387

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Tullume Chavesta Milton
- 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV-
- 1.3. Especialidad del validador: Inq. Forestal
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Observación
- 1.5. Título de la investigación: "Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Hilda Muriel Balseca Avendaño

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85%
4. Organización	Existe una organización lógica.					85%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Dosis Optima del Bioadsorbente	Tamaño de la Partícula	✓		
	Cantidad de Zuro de maíz	✓		

Eficacia del Bioadsorbente	Porcentaje de Remoción	✓		
	Capacidad de Adsorbente	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de Plomo divalente en aguas contaminadas

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Propiedades Físicoquímicas del agua contaminada	pH	✓		
	Temperatura	✓		
Concentración de Pb (II) en el agua contaminada	Concentración Inicial de Pb (II)	✓		
	Concentración Final de Pb (II)	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

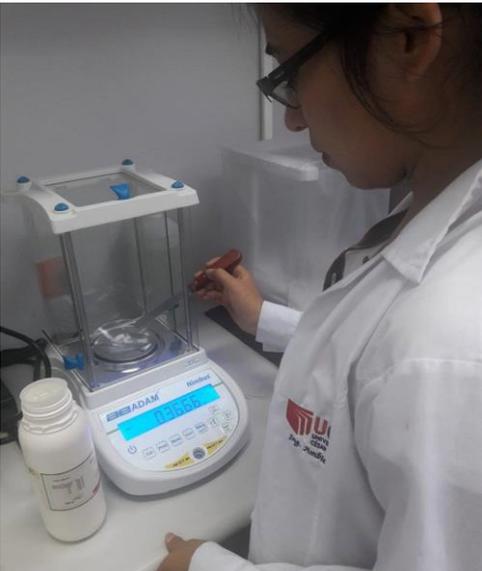
Lugar y fecha: SJL, 30 Junio 2017.


 Firma del experto informante.
 DNI. N° 07482588 Teléfono N° 966258191

ANEXO N° 4 - D.S N° 015-2015-MINAM - Estándares de calidad del agua.

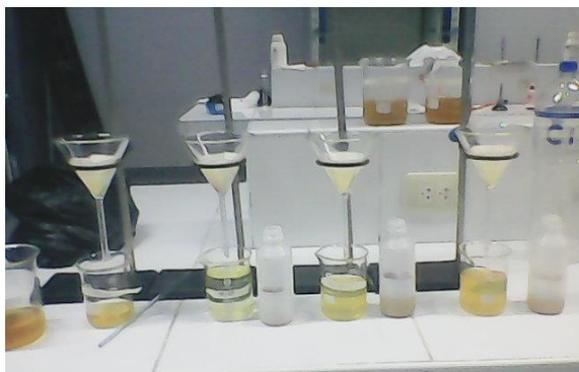
PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

ANEXO N° 5 – REGISTRO FOTOGRÁFICO

	<p>Secado de la biomasa residual previamente lavada con abundante agua destilada con el fin de eliminar impurezas que puedan alterar el proceso de adsorción en la estufa a 90°C por 24h.</p>
	<p>Reducción de biomasa seca con molino de mano, para luego tamizarla y obtener el tamaño de partícula deseada, 0,5 mm.</p>
	<p>Generación de agua residual sintética con la ayuda de Acetato de Plomo $(CH_3COO)_2Pb \cdot 3H_2O$, adicionando 0,1831g de biomasa tratada por cada 1L de agua destilada obteniendo una solución de Plomo divalente a 100 mg/L</p>



Ensayo de biosorción de Plomo con las diferentes dosis del bioadsorbente en 250mL de la solución preparada. Se agitó a 150 rpm durante 2h a una temperatura de 20°C.



Mediante filtrado con papel Wattman N°40 se separó el biomaterial de la solución



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



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.



Lectura de estandares y muestras por triplicado por el equipo de fotospectrometro absorción atómica.



Obtención de Resultados

ANEXO N° 6 - TURNITIN

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface in a Google Chrome browser. The main document area shows a thesis cover page for the Faculty of Engineering, Environmental Engineering School, titled "Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017". The author is Hilda Muriel Balseca Avendaño. A sidebar on the right shows a similarity report with a total of 15%.

Resumen de coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
2	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	1 %
3	sqperu.org.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.redalyc.org Fuente de Internet	1 %
5	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	curlacavunah.files.wor... Fuente de Internet	<1 %
8	www.minsa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
9	documents.mx Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 70 Número de palabras: 11854 Text-only Report High Resolution Activado 06:05 p.m. 28/08/2018