



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Biosorción de metales pesados en pilas alcalinas utilizando la
*Arthrospira platensis***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

García Céspedes, Evelyn Sofía (ORCID: 0000-0001-8200-4686)

Hinojo Vásquez, Alex Jhonson (ORCID: 0000-0002-0378-546X)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA –PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi padre José Luis en el cielo y a mi madre María del Carmen en la tierra, quienes fueron mimotor permanente durante todo este proceso universitario.

Evelyn García

A mis padres y hermanos por su motivación, apoyo incondicional y consejos para poder culminar esta etapa universitaria.

Alex Hinojo

Agradecimiento

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad César Vallejo por el apoyo dado, durante el contexto sanitario que atraviesa el país.

Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo, nuestro asesor académico, por su comprensión, paciencia y orientación durante este proceso.

Por último, a los maestros, en especial Al Dr. Horacio Eusterio Acosta Suasnabar, quien fue el docente que marcó con sus enseñanzas dentro de nuestra vida universitaria.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice de Contenidos.....	iv
Indice de Tablas	v
Indice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA:	16
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5 PROCEDIMIENTO	19
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS.....	25
4.1 Tabla de Resultados.....	25
4.2 Determinación de la eficiencia de biosorción	26
4.2.1 Manganeso.....	26
4.2.2 Mercurio	27
4.3 Determinación de la dosis (volumen)	29
4.3.1 Mercurio	29
4.3.1 Manganeso.....	30
4.4 Determinación del tiempo de contacto	31
4.4.1 Manganeso.....	31
4.4.2 Mercurio	32
4.5 Determinación de las condiciones de operación	33
4.5.1 Manganeso.....	33
4.5.2 Mercurio	36
4.7 Prueba de Normalidad.....	39
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS.	

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación científica de la spirulina	11
Tabla 2. Tipos de pilas y las reacciones que se forman.....	12
Tabla 3. Diferencia entre las pilas primarias y secundarias	13
Tabla 4. Composición de la pila alcalina.....	14
Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 6. Concentración inicial de la muestra	25
Tabla 7. Concentración final.....	25
Tabla 8. Eficiencia de biosorción del Manganeseo	27
Tabla 9. Eficiencia de biosorción del Mercurio	28
Tabla 10. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación al volumen	29
Tabla 11. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al volumen.....	30
Tabla 12. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación al tiempo	31
Tabla 13. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al tiempo	32
Tabla 14. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación al pH.....	33
Tabla 15. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación a la temperatura...34	
Tabla 16. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación a la turbidez.....	35
Tabla 17. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al pH.....	36
Tabla 18. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación a la temperatura	37
Tabla 19. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación a la turbidez.....	38
Tabla 20. Pruebas de normalidad.....	39

Índice de Figuras

Figura 1. Partes internas y externas de una pila	12
Figura 2. Diagrama de flujo de actividades del proyecto de Investigación	19
Figura 3. Muestra recolectada.....	18
Figura 4. Preparación de la tela nylon	19
Figura 6. Spirumix Crecimiento	19
Figura 8. Agua potable	19
Figura 9. Spirusol agregado al agua potable	20
Figura 10. Spirumix diluido en 1.5L de agua potable	20
Figura 11. Agregado de spirumix al balde	20
Figura 12. Medio acondicionando para la Spirulina.....	21
Figura 13. Acondicionamiento de la Spirulina.....	21
Figura 14. Primer escalamiento.....	22
Figura 15. Segundo Escalamiento	22
Figura 16. Medicion de Turbidez con disco secchi.....	22
Figura 17. Tercer escalamiento.....	23
Figura 18. Muestras acondicionadas.....	23
Figura 19. Toma de Temperatura, pH y turbidez.....	23
Figura 20. Eficiencia del Manganeso	27
Figura 21. Eficiencia del Mercurio	28
Figura 22. Eficiencia del Manganeso en relación al Volumen	29
Figura 23. Eficiencia del Mercurio en relación al Volumen.....	30
Figura 24. Eficiencia del Manganeso en relación al tiempo	31
Figura 25. Eficiencia del Mercurio en relación al Tiempo	32
Figura 26. Eficiencia del Manganeso en relación al pH.....	33
Figura 27. Eficiencia del Manganeso en relación a la temperatura	34
Figura 28. Eficiencia del Manganeso en relación a la turbidez.....	35
Figura 29. Eficiencia del Mercurio en relación al pH	36
Figura 30. Eficiencia del Mercurio en relación a la temperatura.....	37
Figura 31. Eficiencia del Mercurio en relación a la turbidez	38

Resumen

Actualmente en el Perú no existe un método adecuado para la correcta segregación de pilas alcalinas, por ello el objetivo de la presente investigación fue determinar la eficiencia de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados especialmente el manganeso y el mercurio, considerando como población a todas las pilas alcalinas y una muestra inicial de 47 pilas, las cuales fueron recolectadas en los distritos de Comas y Los Olivos. Se utilizó como instrumentos fichas de registros para las muestras y datos de laboratorio. Para el registro del crecimiento del alga se realizaron 4 análisis de biosorción utilizando la técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP) con muestras de igual peso, en tiempos de contacto diferenciados de 6, 12, 18 y 24 horas; los resultados más eficientes corresponden al tiempo de contacto de 24 horas y un volumen de 400 ml de la *Arthrospira platensis* con una remoción de 7.69%, pH de 10.57, temperatura de 27.8 °C y una turbidez de 2.01 NTU. Se concluye que, a mayor tiempo de contacto, mayor es la eficiencia de remoción de manganeso convirtiéndose la *Arthrospira platensis* en una alternativa para disminuir la contaminación de las aguas continentales por metales pesados que generan las pilas alcalinas.

Palabras claves: Biosorción, Mercurio, Manganeso, *Arthrospira platensis*, Pilas alcalinas

Abstract

Currently in Peru there is no adequate method for the correct segregation of alkaline batteries, therefore the objective of this research was to determine the efficiency of *Arthrospira platensis* for the biosorption of heavy metals, especially manganese and mercury, considering as population a all alkaline batteries and an initial sample of 47 batteries, which were collected in the districts of Comas and Los Olivos. Record sheets for samples and laboratory data were used as instruments. To record the growth of the algae, 4 biosorption analyzes were performed using the inductively coupled plasma (ICP) mass spectrometry technique with samples of equal weight, at differentiated contact times of 6, 12, 18 and 24 hours; the most efficient results correspond to the contact time of 24 hours and a volume of 400 ml of *Arthrospira platensis* with a removal of 7.69%, pH of 10.57, temperature of 27.8 °C and a turbidity of 2.01 NTU. It is concluded that, the longer the contact time, the greater the manganese removal efficiency, making *Arthrospira platensis* an alternative to reduce the contamination of continental waters by heavy metals generated by alkaline batteries.

Keywords: Biosorption, Mercury, Manganese, *Arthrospira platensis*, Alkaline batteries

I. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, la falta de conocimiento sobre el correcto manejo de los residuos sólidos ha sido una de las causas principales de contaminación ambiental, lo cual viene dañando el suelo, aire, agua y la salud del hombre. Los problemas más grandes se dan cuando los residuos que contienen sustancias tóxicas, se ponen en contacto con el ambiente, tal es el caso de las pilas. Estas, con el transcurrir de los años se han vuelto esenciales, ya que el hombre lo utiliza para distintas actividades, pero también fue aumentando su concentración al pasar de pilas zinc/carbono a pilas alcalinas, las cuales están compuestas por hidróxido de Potasio, carbón, zinc amalgamado con mercurio y dióxido de manganeso.

Si el hombre consume altas cantidades de zinc, puede tener daños en su salud como la reducción de su sensibilidad y comienza la falta de apetito, además que también presenta afecciones en la piel como llagas. La acumulación del zinc puede incluso producir defectos de nacimiento (Asqui, 2015, p.28). Asimismo, “el manganeso no puede ser degradado en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma o adherirse o desligarse de partículas” (Valencia, 2011, p.13). Lo cual reafirma la postura de que estos componentes de la pila son perjudiciales para el medio ambiente y para la salud ya que no se degradan.

Además, Kumar (2020), afirma que la forma elemental de mercurio (Hg) afecta el sistema vivo por sus rutas de transporte, mientras que la forma más tóxica es el Hg oxidado (II) que se une a las proteínas cisteína, lo que causa envenenamiento por mercurio que afecta el sistema neural, el sistema cardiovascular, los huesos y las neuronas del cuerpo (p.216).

En la actualidad, es un problema a nivel mundial la disposición final de las pilas alcalinas, ya que, al cumplir su tiempo de vida, el ser humano, suele arrojarlas al tacho de residuos y entregadas al recolector de basura, donde empieza el verdadero problema, debido a que una pila, pese a terminar en un relleno sanitario, esta no es degradada sino hasta dentro de miles de años, generando así su oxidación, liberación de sus metales pesados y daño al medio ambiente.

Según Calin, Catinean, Bilici y Samuila (2021) afirman que las pilas contienen materiales peligrosos, tóxicos y corrosivos y si terminan en tierra, los químicos pueden causar contaminación del suelo y del agua. La incineración de pilas contamina el aire y el desperdicio de pilas puede poner en peligro la vida silvestre y

es potencialmente peligroso para la salud humana. (p.2)

En los países subdesarrollados, abunda la falta de cultura ambiental en la población, y ello amplía más el problema, ya que las pilas en su mayoría, tienden a ser arrojadas a los ríos, lagos, o en cualquier área descampada, sólo con la finalidad de deshacerse de este residuo.

En el Perú, específicamente en algunos distritos de Lima, implementaron una forma de disposición final para las pilas, haciéndolas parte del concreto al generar distintos tipos de construcciones. Sin embargo, ello no es aplicado por todos, y la gran mayoría de pilas terminan siendo arrojados a los ríos o sino en botaderos, ocasionando así daños ambientales.

Existen muchos tipos de algas, las cuales se han ido implementando para distintas funciones, sin embargo, existe una microalga llamada *Arthrospira Platensis*, o más conocida como Espirulina, la cual se ha venido utilizando como un complemento alimentario; pero según Merchán (2018, p. 58) afirma que “La *Arthrospira platensis* se caracteriza por poseer en su estructura una alta bioadsorción de metales pesados”.

Por ende, debido a las razones antes señaladas nace la necesidad de investigar y plantear como problema general: ¿Es la *Arthrospira platensis* eficiente para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas? De ello, se identifican problemas específicos como: ¿Cuál será la dosis mínima de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas?,

¿Cuál es el tiempo de contacto de la *Arthrospira platensis* con las pilas alcalinas para la biosorción de metales pesados? y ¿Cuáles serán las condiciones de operación de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas?

Ante este problema expuesto, buscamos brindar alternativas amigables con el ambiente, para mitigar el daño causado por las pilas alcalinas.

Entonces, este proyecto se torna importante ya que ayudaría a reducir el impacto ambiental que generan las pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira Platensis*, debido a que no existe un plan de segregación para ellas. Esta microalga al tener un bajo costo de cultivo, sería de gran aporte para la población y también para las entidades encargadas del tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Es por ello que, en base a este estudio que se realiza, podrán analizarse y realizar comparaciones a futuro de distintas opciones para la remoción de metales pesados,

partiendo como base de las condiciones en las que se ejecute este proyecto, ya que esta aplicación de la *Arthrospira Platensis* para biosorber las pilas alcalinas es un tema novedoso. Para este proyecto, se tiene como objetivo general: Determinar la eficiencia de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas y del mismo modo se plantean como objetivos específicos: Determinar la dosis de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas, determinar el tiempo de contacto de la *Arthrospira platensis* con las pilas alcalinas para reducir la concentración de metales pesados y determinar las condiciones de operación de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas. Asimismo, la presente investigación se plantea como hipótesis general: La *Arthrospira platensis* es eficiente para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas y de ello se obtiene las hipótesis específicas: La dosis de *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas es menor a 400ml, el tiempo de contacto de la *Arthrospira platensis* con las pilas alcalinas para reducir la concentración de metales pesados es menos de 24 horas y las condiciones de operación de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas son: pH menor de 11, T° es mayor a 27°C y una turbidez de 2 NTU.

II. MARCO TEÓRICO

Rangbhashiyan y Balasubramanian (2019), tuvieron como objetivo dar a conocer la isoterma de biosorción y los metales cinéticos, Utilizaron el método de la adsorción. Las perlas de algas inmovilizadas *Chamydomonas reinhardtii* mostraron una mayor capacidad de biosorción para los iones de cobre y cadmio que las perlas inmovilizadas de control *Scenedesmus quadricauda*. Obtuvieron como resultado al compararlas, que la biomasa modificada con ácido clorhídrico de este último tenía mejores capacidades de eliminación de 5mg/g, ya que era más alta que el otro ácido pretratado. Además, el porcentaje de eliminación de los iones de cromo hexavalente disminuyeron de 89,64% a 45,08% con el aumento de concentración inicial de cromo hexavalente de 100 mg / L a 550 mg /L. Concluyeron que el porcentaje de eliminación del ion metálico se debió a la disminución en los sitios de biosorción (p. 261).

Fathollahi et al. (2020), tuvieron como objetivo evaluar el equilibrio, la termodinámica y la cinética de la biosorción de mercurio II utilizando un biofilm vivo, Utilizan el método de biosorción ya que lo considera como un tratamiento de contaminación rentable debido a que usa microorganismos como algas, hongos entre otros para la descontaminación. Tuvieron como resultado que el porcentaje de eliminación se alteró más en el primer día reduciendo del 81% a 56% para 1mg/L y 20mg/L respectivamente, además las eficiencias de eliminación de iones Hg II disminuyeron al aumentar las concentraciones. La mayor eficiencia que obtuvieron fue 1mg/L al eliminar del 81% al 85% en un plazo de 28 días de incubación. Concluyeron que la capacidad de remoción del geotextil sin biofilm es insignificante, pero cuando esta posee un biofilm se considera un método eficiente y limpio para la eliminación de mercurio en las aguas pluviales (p.1).

Según Bano et al (2018) plantearon como objetivo solucionar la presencia de los metales pesados en el medio ambiente mediante el uso de los microorganismos, hongos halófilos que, comprenden *Aspergilo flavus*. Utilizaron el método de biosorción para el cadmio, cobre, ferrosos, manganeso, plomo y zinc. Los metales se suplementaron como sales en caldo de papa dextrosa para el crecimiento de hongos halófilos obligados y se incubaron durante 14 días. Se evidenció como resultado que todos los hongos probados mostraron una adsorción de metales pesados de moderada a alta, entre los cuales *A. flavus* y *S. halophilus* mostraron la

mejor adsorción promedio de todos los metales pesados estudiados, con un promedio de 86 y 83% y, se concluyó que este estudio como pionero usando hongos halófilos obligados utilizando medios económicos en condiciones de estancamiento proporciona una solución ambiental rentable para la eliminación de metales pesados (p. 218).

Otros investigadores como Michalak, Mioniuk, Godlewska, Trynda, Marycz (2020) buscaron determinar las propiedades de biosorción de la *Arthrospira* (Spirulina), utilizaron el método de biosorción además Se probó el equilibrio de biosorción para Cr (III), Mn (II) y Mg (II) iones, ya que estos elementos son cruciales para los equinos con trastornos metabólicos. Los resultados de biosorción de *A. platensis* determinada a partir de La ecuación de Langmuir fue de 45,2 para Cr (III), 44,3 para Mn (II) y 42,0 mg / g para iones Mg (II). Finalmente, la biomasa de microalgas cruda y enriquecida fue examinada por ICP-OES para determinar su análisis multielemental antes y después de la biosorción. El análisis realizado mostró claramente que se produjo la biosorción además que la *Arthrospira platensis* resultó ser un buen biosorbente de iones metálicos (p.129-137)

Fawzy (2020), tuvo como objetivo estudiar la eficiencia de *Codium vermilara* para la eliminación de los iones de cobre de la solución acuosa. En su metodología utilizó el diseño compuesto central y se ha descubierto que es un método eficaz para investigar las influencias de varias variables y sus interacciones en la eficiencia de Cu 2+ eliminación de iones. Se evaluó 4 variables: dosis de algas, pH, concentraciones iniciales de cobre y tiempo de contacto en la eficiencia de remoción de cobre. Se encontró como resultado que la dosis de algas 0,75 g / L, pH 5, tiempo de contacto de 51 min y concentración de cobre 48,75 mg / L eran las condiciones de biosorción óptima. Además, la eficiencia de la remoción de cobre era del 85,5% en estas condiciones. Se concluyó que la *C. vermilara* podría utilizarse como posible biosorbente para eliminar metales pesados y otros contaminantes del medio ambiente (p. 3724-3735).

Zinivovskaia et al (2020), tuvieron como objetivo investigar la bioacumulación y la capacidad de absorción y biosorción de la cianobacteria *Arthrospira platensis* para Cs, U, Am, Sr y Np. El método usado fue de bioacumulación y biosorción. De los resultados se obtuvieron que la biomasa mostró una alta capacidad de absorción de Pu, Am y Sr en ambos medios, mientras que la absorción de U fue mejorado significativamente en presencia de iones polifosfato. En experimentos de

biosorción, la biomasa también mostró alta capacidad de sorción para Pu, Am y Sr y baja para U. La cantidad de Cs eliminada de la solución de biomasa viva y seca fue casi la misma. Entonces concluyeron que el grado de remoción depende del tipo de radionucleidos y del proceso solicitado para su eliminación (biosorción o bioacumulación) (p. 1).

De igual manera Noli, Kapashi, Kapnisti (2019) investigaron la biosorción de uranio y cadmio utilizando desechos de Aloe vera en su metodología utilizaron condiciones de operación como pH, masa absorbente, concentración, tiempo de contacto y temperatura. Además, se agregaron reactivos químicos ácidos y alcalinos para mejorar la capacidad de sorción para los metales ensayados. Las isothermas de sorción fueron simuladas por modelos de Langmuir y Freundlich y los datos termodinámicos fueron determinados con el fin de evaluar el comportamiento de absorción. Se encontró que el biosorbente modificado por reactivo alcalino, mostró una alta capacidad de sorción con valores máximos, 370,4 y 104,2 mg g⁻¹ para uranio y cadmio respectivamente. Se concluye que el mecanismo de sorción es complejo e involucra diferentes mecanismos como la sorción física, intercambio iónico, unión de metales y precipitación superficial. (p. 102985).

Según Thi Tran et al (2016), Esta investigación fue realizada para eliminar iones de metales pesados en los ríos en la provincia de Phu -Vietnam. La biosorción fue para determinar iones de Cu²⁺, Cd²⁺ y el Pb²⁺ controlaron condiciones de operación como el pH, temperaturas, tiempos de contacto, dosis y concentraciones. Las adsorciones de iones metálicos fueron fuertemente dependiente del pH, siendo el pH óptimo para la adsorción de soluciones de Cu²⁺, Cd²⁺ y Pb²⁺ 4, 5–7 y 5-6, respectivamente. La capacidad de biosorción de iones metálicos por AI-VN fue independiente de la temperatura. Después de una hora de tiempo de contacto, la capacidad de adsorción alcanzó el equilibrio. La máxima adsorción La capacidad (qm) de Cu²⁺, Cd²⁺ y Pb²⁺ fue de 27,78, 28,57 y 76,92 mg / g, Estos resultados indican que AI-VN se puede utilizar como un eficaz biosorbente económico para la eliminación y recuperación de iones de metales pesados tóxicos del agua contaminada. (p.2529-2535).

Según Tavana, Pahlavanzadeh, Javad (2020), buscaron en su investigación aplicar el alga verde muerta *Schizomeris leibleinii*, un abundante residuo sólido, como nuevo sorbente para la eliminación de Cu (II) de soluciones acuosas. Tomaron en

cuenta condiciones de operación como pH inicial, tiempo de contacto, además Se analizaron la dosis de adsorbente, la concentración inicial de cobre y la temperatura, La capacidad máxima de adsorción fue de 55,06 mg / g obtenida a 700 mg / L en condiciones óptimas de pH inicial = 6, tiempo de contacto = 60 min, 0,4 g de adsorbente en 50 ml de solución de cobre (II) y T = 25 ° C. La adsorción máxima se obtuvo 96,71% a una concentración inicial de 100 mg / L en un período de 3,5h tiempo de contacto se concluye que comparando la capacidad de adsorción de *S. leibleinii* a otros adsorbentes para la eliminación de Cu (II) muestra que esta biosorción tiene potencial para aplicaciones industriales (p.10472).

Sanchez (2018), tuvieron como objetivo determinar la eficiencia de la tusa del maíz a través de la biosorción en el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) de las aguas del río Rímac - Zona Corcona, Huarochirí. En la metodología se identificó el tamaño adecuado de la tusa de maíz en tiempos de 12, 24, 36 y 48 horas, con la finalidad de lograr la biosorción de la tuza de maíz. Se obtuvo como resultado que la tusa de maíz más óptima fue la que tenía una malla de +1.00 mm, y sus concentraciones resultantes estaban bajo de los rangos permitidos de los ECA (estándares de calidad ambiental). El Pb tuvo 36 horas de contacto y removi6 el 60.33% y Cd removi6 el 75% en 12 horas. Se concluy6 entonces que la tusa de maíz es eficiente para remover Pb y Cd, ya que disminuye las concentraciones en distintos tiempos y tamaños (p. 7).

Adem6s Markou et al (2015), en su estudio buscaron determinar la biosorción de cobre y níquel con *Arthrospira platensis* con diferentes composiciones bioquímicas, en su metodología emplearon 4 tipos de *A. platensis*, biomasa seca típica, biomasa seca enriquecida con carbohidratos, biomasa viva típica y biomasa viva enriquecida en carbohidratos, La mayoría de la capacidad de absorción de metales de la biomasa se llen6 en 15-30 min y se logr6 el equilibrio en 30–60 min. Se concluy6 que La biosorción de cobre y níquel en la biomasa de *A. platensis* se produjo principalmente debido a los mecanismos de intercambio i6nico y complejaci6n, y menos a la adsorción f6sica. (p.806-813).

Según Cid, Ortiz, Pizarro, Moreno-Piraján (2020) en su investigaci6n buscar estudiar el efecto de la biosorción de Cu (II) sobre el desplazamiento de cationes intrínsecos de metales ligeros de la superficie de la macroalga marr6n *Macrocystis pyrifera*. La metodología aplicada para determinar la biosorción fue la aplicaci6n del

modelo de isoterma no lineal de Langmuir ya que se ajusta perfectamente a los datos con un valor de capacidad máxima de $1.251 \text{ mmol g}^{-1}$, los resultados fueron El presente trabajo muestra que el intercambio de cationes con Ca y Mg es el mecanismo principal en el total de Cu (II) biosorción en la biomasa de *M. pyrifera*, lo que representa un 56% del total de Cu (II) unido. Concluyendo entonces que los cambios en la textura de la superficie son debido a la desorción de cationes de metales ligeros y un reordenamiento por un aparente aumento en la reticulación fibrilar debido a la biosorción de Cu (II) (p. 103729).

Según Bojórquez et al (2019), en su artículo plasmaron como objetivo determinar las condiciones más óptimas para producir biomasa de la bacteria *Enterobacter cloacae* y poder retener Cd y Pb a través de la adsorción que se da en la pared celular o sino por el proceso de absorción donde se acumula la biomasa bacteriana. En la metodología se sembraron cultivos de esta bacteria que fueron previamente suspendidos e inmovilizados, aclimatados a ambos metales, durante 24 h a pH 6, 7 y 9. Y como resultado los porcentajes de retención de Cd por adsorción y absorción aumentaron al aumentar el pH. En la adsorción predominó en los cultivos suspendidos y en la absorción predominó los cultivos inmovilizados. Se tomaron como conclusiones que el Pb tuvo como porcentaje mayor a la adsorción, siendo un pH de 9, mientras la acumulación de biomasa disminuyó al haber aumentado el pH. (p. 259-264).

Según Khoramzadeh et al (2013), propusieron como objetivo investigar la biosorción de iones de mercurio a partir de soluciones acuosas utilizando bagazo de caña de azúcar. En su metodología determinaron indicadores necesarios para el proceso como el tiempo de contacto, su temperatura y pH. Se utilizaron los modelos cinéticos tanto de primer orden como segundo orden para poder describir la información. Estos datos, fueron analizados por los modelos de isotermas de Freundlich y Langmuir. Entonces, determinaron que $35,71 \text{ mg / g}$ es su capacidad máxima de adsorción y que la de segundo orden es la que más resultados, así mismo, se observó que la eliminación máxima de mercurio es de 97,584% con un pH de 4,0. Finalmente, concluyeron que los tratamientos químicos que hicieron de forma adicional al biosorbente no tuvo un efecto significativo para la biosorción de mercurio (p. 266).

Según Li et al (2020), en su artículo planteó como objetivo estudiar en detalle el mecanismo de biosorción / oxidación de Mn de una nueva bacteria originada en el

suelo. Su metodología aisló e identificó una nueva cepa bacteriana *Providencia sp* altamente tolerante al Mn sp.LLDRA6 de suelos contaminados con metales pesados. La cepa LLDRA6 demostró diversos beneficios como su alta capacidad de biosorción de Mn en solución acuosa, adsorción de Mn en la superficie celular, oxidación de Mn en BioMnO_x en la superficie celular y acumulación intracelular de MnCO₃ insoluble y biolixiviación combinada por la bacteria de *Providencia sp*. Los resultados arrojaron una biolixiviación por la combinación de *Providencia sp.*, LLDRA6 y BioMnO_x además una excelente eficiencia de remoción de metales pesados de Pb (81.72%), Cr (88.29%), Cd (90.34%), Cu (91.25%), Mn (56.13%) y Zn (59.83%) de suelos contaminados, aumento de la eficiencia de remoción de 1,68 a 26,4% en comparación con *Providencia sp*. LLDRA6 sola. Se concluye que la cepa LLDRA6 tiene una alta capacidad de adsorción para eliminar metales pesados de suelos contaminados, proporcionando así un bioadsorbente prometedor para la biorremediación ambiental (p. 1).

Vizcaíno y Fuentes (2015), plantearon como objetivo disminuir la concentración que existen en los metales pesados tales como el Cd, Pb y Zn usando las algas rojas, cáscara de naranja y la tuna guajira en forma de biomasa. Utilizaron el método de biosorción para remover la concentración de los metales pesados. Como resultado obtuvieron que las algas que fueron modificadas con NaOH a 0.1N y la naranja y tuna que fueron modificadas con NaOH y CaCl₂ a 0.2N tuvieron más capacidad de sorción. Finalmente concluyeron que la biomasa que fue pretratada tuvo mayor eficiencia de sorción y que las algas rojas pueden remover al Cd y Pb de 90% a más sin ninguna alteración química (p. 43).

Kumar et al (2020), tuvieron como objetivo investigar el potencial del uso de microalgas aclimatadas en la remoción de HM del agua del río Yamuna como medio de aclimatación. El método fue analítico, donde usaron productos químicos. Se aclimató un cultivo activo de *Arthrospira platensis* a HM hasta una concentración de 100 mg / L. Se desarrolló un modelo de inhibición del crecimiento que predijo concentraciones de umbral alto de HM (210,7-424,5 mg / L), produciendo un resultado positivo en la tasa de crecimiento específico de *A. platensis*. Los resultados obtenidos mostraron altas eficiencias promedio de remoción de HM, incluyendo 74.0% para Cu, 77.0% para Cd, 50,5% de Ni, 76,0% de Cr, 76,5% de Pb y 63,5% de Co, de agua del río Yamuna enriquecida con HM. Concluyeron que las cantidades máximas de eliminación específica de Cu, Cd, Ni, Cr, Pb y Co fueron 54,0,

58,0, 39,0, 62,8, 58,9 y 45,3 mg / g, respectivamente (p. 214-222).

Dentro de las teorías relacionadas al tema tenemos:

Según Ochoa indicó que “Los residuos son sustancias, objetos, materiales o elementos que pierden valor de aprecio o uso para quienes lo generany por tal motivo deciden descartarlos”. Por ello, es importante que toda localidad tenga su plan de gestión de residuos sólidos para que tengan la seguridad de que no se está contaminando el ambiente. Sin embargo, existen residuos que hasta la fecha no tienen formas de reutilización o degradación correcta (2018, p. 5).

Actualmente existe en el Perú el Decreto Legislativo N° 1278, el cual aprueba la Ley de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, donde el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017), se plantea como objetivo la “minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública”. Este fue modificado recientemente por contexto de pandemia por el Decreto Legislativo N° 1501, donde caracteriza a los residuos sólidos en cuatro, tales como: Residuos orgánicos, residuos aprovechables, residuos no aprovechables y los residuos peligrosos.

Esta investigación se centra en los residuos sólidos peligrosos, ya que dentro de ello se encuentra el objeto de estudio, las pilas alcalinas. Según Guillamas et al (2017), considera como residuo sólido peligroso, a todo aquel residuo (sólido, líquido, pastoso o gaseoso), proveniente de cualquier medio, proceso o transformación, que tenga en su composición sustancias que perjudican la salud y el ambiente que nos rodea (p. 182).

Es por ello que se pretende proponer una alternativa para disminuir la contaminación ocasionada por las pilas alcalinas. Gonzales (como se citó en Jiménez, 2017, p. 23) sostuvo que las microalgas poseen un metabolismo y una estructura más sencilla que las plantas de tierra, al tener en su composición clorofila y pigmentos auxiliares, realizando también la fotosíntesis. Debido a su estructura simple de las algas, la investigación pretende disminuir o remover la concentración de los metales pesados que se encuentran en las pilas alcalinas a través de la *Arthrospira platensis*.

Ismaiel et al. (2016) mencionó que las algas pueden tolerar una amplia gama de condiciones de crecimiento, sin embargo, las condiciones extremas pueden

provocar la generación de especies reactivas de oxígeno altamente peligrosas, y también el deterioro del metabolismo celular y daño de sus componentes (p. 299).

Campano y Dávila (como se citó en Mendoza, 2017, p. 5) sostuvo que la spirulina es un alga termófila (soporta altas temperaturas). Los parámetros óptimos de crecimiento se encuentran a: Temperatura de 25 a 37°C y pH de 8.5 a 10.5. La *Arthrospira platensis* habita en lagunas alcalinas y en el Perú lo podemos encontrar en el lago de Huacachina y el lago de Orovilca en Ica. Se describe la taxonomía de la spirulina de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación científica de la spirulina

Clasificación científica	
Dominio	Bacteria
Filo	Bacteria
Clase	Cyanobacteria
Sub clase	Cyanophyceae
Orden	Oscillatoriothyracales
Familia	Oscillatoriothyracaceae
Sub familia	phormidiaceae
Género	<i>Arthrospira</i>
Especie	<i>Arthrospira platensis</i>

Fuente: Datos tomados de Vonschak y Tomaselli (1996)

La biosorción es un proceso que funciona captando iones metálicos u otras sustancias de forma pasiva (Sánchez, 2018, p. 7). Este proceso utiliza una biomasa que puede estar viva o muerta, y se desarrolla mediante mecanismos como la adsorción o el intercambio iónico. Si se usa biomasa viva, los mecanismos de captación también influyen en el proceso, donde se da una interacción fisicoquímica de los metales con la superficie celular (Cañizares, 2000, p. 131). Además, los biosorbentes naturales pueden ser clasificados en 2 tipos según su origen que es usado en la técnica de biosorción: En biomasa microbiana como las algas, bacterias, hongos y levaduras y en los residuos vegetales que son utilizados en las actividades industriales o agrícolas (Cuizano y Navarro, 2008, p. 120).

En este sentido se pretende aprovechar esta metodología para disminuir la

concentración de los metales pesados en las pilas alcalinas las cuales son perjudiciales en la salud y en el medio ambiente.

Las pilas poseen un mecanismo electroquímico, es decir, convierte la energía química en energía eléctrica y poseen un ánodo y un cátodo. A continuación, se puede ver las partes de una pila:

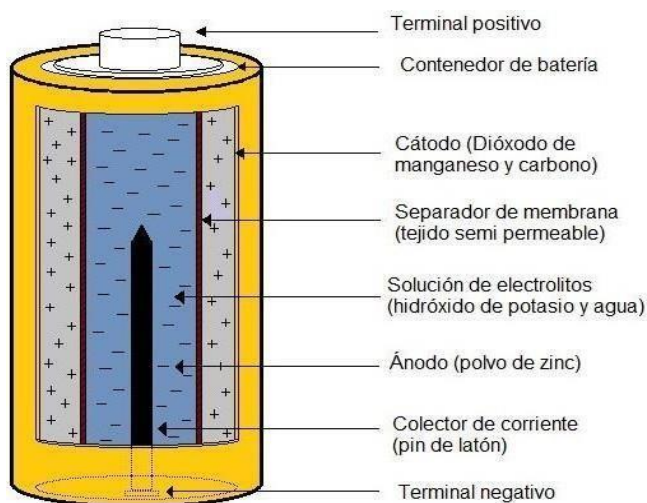


Figura 1. Partes internas y externas de una pila

Las pilas alcalinas son consideradas como fuentes de energía eléctrica. Son dispositivos compuestos electroquímicamente que proporcionan voltaje al reaccionar los electrodos con el electrolito. A continuación, se muestra las reacciones que se forman en algunas pilas dependiendo de su tipo:

Tabla 2. Tipos de pilas y las reacciones que se forman

Tipo de pila	Reacciones que se forman
Alcalina <i>Zn/MnO₂</i>	<p><i>Oxidación</i> = $Zn_{(s)} + 2 OH^{-}_{(aq)} \rightarrow ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^{-}$</p> <p><i>Reducción</i> = $2MnO_{2(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + 2OH^{-}_{(aq)}$</p>
Zinc / Carbono <i>Zn / C</i>	<p><i>Oxidación</i> = $Zn_{(s)} + 2 OH^{-}_{(aq)} \rightarrow ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^{-}$</p> <p><i>Reducción</i> = $2MnO_{2(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + 2OH^{-}_{(aq)}$</p>
Níquel / Cadmio <i>Ni / Cd</i>	$2NiOOH + 2 H_2O + Cd \leftrightarrow 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$

Fuente: Datos tomados de Carhuánira y Vera (2018)

Al comparar las pilas alcalinas que contienen dióxido de manganeso con las de zinc-carbono, se determinó que ambas usan los mismos electrodos, sin embargo, la primera usa el hidróxido potásico como electrolito. Si se genera comparación de las pilas alcalinas con las de níquel-cadmio, esta posee un ciclo de vida inferior a 75 veces (entre carga y descarga), su voltaje no permanece constante y sus circuitos para la carga resultan más complejos. Se tienen 2 tipos de pilas; primarias y secundarias (Fowler, 1994, p. 59). A continuación, se realizará un cuadro de comparación de estas:

Tabla 3. Diferencia entre las pilas primarias y secundarias

Pilas primarias	Pilas secundarias
No Recargables	Recargables
Mayor costo que las de carbón -zinc	Menor costo que las de níquel - cadmio
Almacena 50% más que una pila carbón-zinc	Mayor retención de carga estando en almacén
Funciona con una T ^o mínima de -30°C	Margen de T ^o más alto que las de níquel -cadmio
Buena resistencia interna	Buena resistencia interna

Fuente: Datos tomados de Fowler (1994)

Las pilas varían su composición de acuerdo a su tipo, lo cual determina también la magnitud del daño que este puede causar al medio ambiente y a la salud. En el siguiente cuadro se detallará la composición de los elementos de una pila alcalina:

Tabla 4. *Composición de la pila alcalina*

Tipos de pila	Composición	Uso
Alcalina	Zinc 14% (ánodo) Dióxido de manganeso 22%(cátodo) Carbón 2% Mercurio 0.5 a 1% (ánodo) Hidróxido de potasio (electrolito) Plástico y lamina 42%	Calculadoras Cámaras fotográficas Juguetes grabadoras

Fuente: Datos tomados de Canchari y Ortiz (2010)

Según Michalak et al (como se citó en Zinicovskaia et al., 2018, p. 2) afirmo que la biosorción es un proceso alternativo a las técnicas físico-químicas tradicionales basado en el uso de diversos materiales naturales baratos de origen biológico para la eliminación de metales. En el proceso influyen diferentes factores, entre ellos las propiedades físicas y químicas de los iones metálicos, las propiedades del bioabsorbente y los parámetros del proceso (es decir, el pH, la temperatura, la concentración del bioabsorbente y la concentración del sorbato).

Se consideran metales pesados cuando estos poseen una densidad mayor a 4g/cm³, y su masa y peso atómico supera los 20, además de ser tóxicos en concentraciones bajas, entre ellos están los elementos como el aluminio (Al), bario (Ba), Manganeso (Mn), Mercurio (Mg) entre otros. El mercurio es considerado como metal pesado, tiene número 80 y peso 200. Se encuentra en estado líquido, y posee un color plateado, además forma soluciones- amalgamas al unirse con otros metales como el plomo, sodio y potasio. Dentro de su uso comercial, lo usan para empalmes dentales, fabricar pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos, pinturas y la producción de papel. (Londoño et al., 2016, p. 147)

Según Belizario y del Carpio (2018), mencionó que el manganeso es un elemento con número 25 ubicado en el grupo 7 y su símbolo es Mn. Es un elemento libre pero casi siempre está combinado con el hierro y otros minerales. El manganeso como tal, se usa más que nada en procesos industriales, exactamente en los aceros inoxidables (p. 28).

El ICP-MS, más conocido como la técnica de espectrometría de masas con plasma

de acoplamiento inductivo, forma parte de las técnicas de análisis por espectrometría de masas, analiza muestras de suelo, agua, alimentos entre otras. En sus diversas ventajas está la precisión, bajo costo y bajos límites de detección, puede analizar el mayor número de elementos de la tabla periódica en un tiempo máximo de 5 minutos. (Díaz, 2017), es por ello que se empleará dicha técnica para determinar la concentración del mercurio y manganeso contenida en las pilas alcalinas.

III. METODOLOGÍA:

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo aplicada, ya que se empleará la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas. El diseño de investigación es experimental, pues evaluaremos la dosis del biosorbente con la finalidad de poder disminuir la concentración de metales pesados que se encuentran en las pilas alcalinas.

3.2 Variables y operacionalización

Se identificó las siguientes variables. Como variable independiente: *Arthrospira platensis* que según Arango (2006) es una cianobacteria considerada como microalga por su estructura filamentosa que posee la capacidad de acumular metales pesados del agua contaminada (p. 150). La variable dependiente es la biosorción de metales pesados de las pilas alcalinas, que según Cañizares - Villanueva (2000), es un proceso que utiliza biomasa viva o muerta a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Al utilizar biomasa viva los mecanismos de captación también pueden contribuir con el proceso, donde se da una interacción fisicoquímica de los metales con la superficie celular (p. 131).

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Para este proyecto de investigación, se tomó como población a todas las pilas alcalinas que se encuentran consideradas como residuos peligrosos ya que han culminado su ciclo de vida.

La muestra usada fue de 47 pilas alcalinas, las cuales fueron elegidas por muestreo aleatorio simple, ya que se utilizó esa cantidad a conveniencia del proyecto de investigación.

La unidad de análisis de esta investigación fue 1 pila alcalina.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas a utilizar en el presente trabajo fueron las referencias bibliográficas, la observación y la experimentación. En base a ellos se usa los instrumentos como la guía de observación de campo o ficha de investigación las cuales se pueden

observar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Búsqueda de información para el proyecto de investigación	Artículos científicos Tesis Libros Internet	Revisión bibliográfica	Fichas bibliográficas	Estudios previos de la biosorción para disminuirla concentración de metales pesados con la <i>Arthrospira platensis</i>
Recopilación de la muestra para la experimentación	Comunidades Municipalidades	Observación	Ficha de registro del estado de la muestra	Obtención de las pilas alcalinas para el estudio
Reproducción de la Cepa <i>Arthrospira Platensis</i> para la elaboración de la solución acuosa	Grupo Inti Pacha	Observación	Ficha de registro diario del crecimiento de la microalga	Obtención de 20L de <i>Arthrospira platensis</i>
Proceso de Biosorción para disminuir los metales pesados (Mn y Hg)	Investigador	Observación Experimentación	Fichas: Registro del tiempo de contacto de la muestra con la solución acuosa	Disminución de los metales pesados (Mn y Hg) a través de la <i>Arthrospira platensis</i>

<p>Determinar la eficiencia de la <i>Arthrospira platensis</i> para la biosorción de los metales pesados (Mn y Hg) en pilas alcalinas</p>	<p>Análisis de laboratorio</p>	<p>Experimentación</p>	<p>Hojas de resultado</p>	<p>La <i>Arthrospira Platensis</i> resulta eficiente para la disminución de los metales pesados que se encuentran en las pilas alcalinas</p>
---	--------------------------------	------------------------	---------------------------	--

3.5 PROCEDIMIENTO

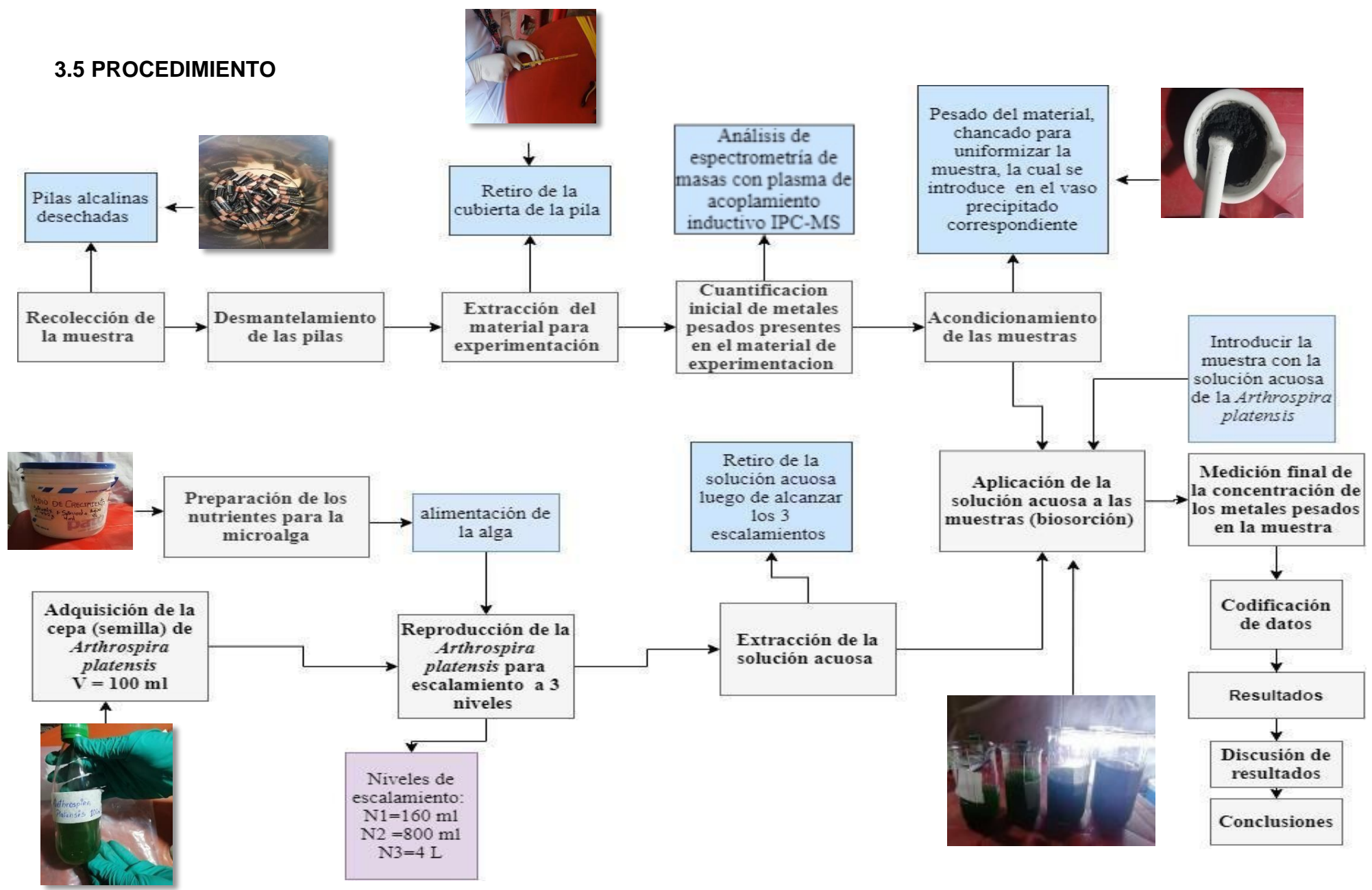


Figura 2. Diagrama de flujo de actividades del proyecto de Investigación

Preparación de la Muestra:

1. Se inició recolectando las pilas alcalinas que han culminado su ciclo de vida. Para este proyecto, estas van a provenir de las viviendas aledañas a la zona de residencia de los investigadores, pero también podría obtenerse de oficinas o municipalidades ya que no cambia la composición de la muestra.
2. Se recolectó todo tipo de pilas y baterías, de las cuales se eligieron sólo las pilas alcalinas.
3. Para realizar el desmantelamiento de las pilas: Se hizo un corte en el ánodo de la pila con la hoja de cierra, se abrió hacia los lados utilizando un desarmador pequeño punta plana y un alicate pequeño de punta delgada. Con el alicate se jaló la tapa de la pila en la zona del ánodo y la barra de carbón que se encuentra en el centro de ella.
4. Extracción del material para la experimentación. Los componentes externos, fueron colocados en las bolsas con auto cierre y los componentes internos, como los metales pesados, en un contenedor esterilizado; para este proceso, se siguió utilizando las dos herramientas mencionadas: alicate de punta delgada y destornillador pequeño punta plana.



Figura 3. Muestra recolectada

5. Se realizó el análisis previo de espectrometría a la muestra (1 pila alcalina) para determinar la concentración inicial de metales pesados.
6. Acondicionamiento de la muestra: primero se pesó y se uniformizó con el mortero.
7. Se preparó las bolsas pequeñas en forma de un cuadrado 4.0cm x 4.0cm con la tela nylon, para poder introducir la muestra (metales pesados de la pila alcalina) dentro y posteriormente pueda ser sumergida en el vaso precipitado.



Figura 4. Preparación de la tela nylon



Figura 5. Tela nylon preparada

Preparación de la solución acuosa *Arthrospira platensis*:

1. Se recibió 100ml de Spirulina junto a su respectivo alimento (Spirumix y Spirusol).



Figura 6. Spirumix Crecimiento



Figura 7. Spirusol

2. Preparación del medio de crecimiento del alga para que pueda reproducirse. Las medidas consideradas fueron planteadas para cada 4 L de alimento:

- En un balde, se hizo una marca al nivel de 4L
- Se dejó reposando el agua potable por 3 días para que se evapore el posible cloro que este pueda contener.



Figura 8. Agua potable

- Se echó 2 L de agua potable al balde marcado y añadir 4ml de Spirusol. La proporción de este fue de 1ml por cada 1L de agua utilizada.



Figura 9. Spirusol agregado al agua potable

- Se midió 1.5 L de agua potable en un contenedor y se agregó 77.20 g de spirumix. Se mezcló hasta que este se haya diluido a la totalidad.



Figura 10. Spirumix diluido en 1.5L de agua potable

- Se añadió al balde marcado la solución preparada del Spirumix.



Figura 11. Agregado de spirumix al balde

- Se enrazó el balde con agua potable hasta la marca realizada inicialmente de 4 L.

- Finalmente se tapó el balde y se debe conservar en un lugar oscuro de preferencia para evitar el crecimiento de otro tipo de algas.

3. Antes de iniciar con los escalamientos, se adaptó la *Arthrospira platensis* al clima local para que no se muera. Se le colocó un foco led de 15 watts con una distancia de 15cm aproximadamente cerca a la botella con el alga, el cual fue prendido durante 12 horas del día, quiere decir de 6am a 6pm.



Figura 12. Medio acondicionando para la Spirulina

4. Se aumentó el volumen del alga, por ende, se realizó el proceso de escalamiento en base a su reproducción. Se tomó en cuenta 3 niveles (160 ml, 800 ml, 4 L).

5. Luego, se midió la turbidez mediante el disco secchi, generándose un escalamiento al momento que la turbidez alcanzaba valores de 2 NTU.

6. En un frasco de vidrio de 500 ml, se instaló el termostato y la piedra difusora, la cual estará sumergida dentro de la solución, con la finalidad de proveerle oxígeno al alga y mantenerlo a 30°C. Ahí se colocó los 32ml inicial del alga, para que pueda reproducirse hasta alcanzar el primer nivel de 160ml.



Figura 13. Acondicionamiento de la Spirulina

7. Todos los recipientes serán de boca ancha, para que la instalación de los aparatos ya mencionados sea más sencilla.

8. Los 32 ml se colocaron en el recipiente ya acondicionado y se le adicionó el alimento preparado, el cual era la cantidad faltante para llegar a 160ml en volumen (128ml).



Figura 14. Primer escalamiento

9. Se verificó que esta solución tenga una turbidez de 2, lo cual puede ocurrir entre 5 a 7 días. Logrado ello, se procedió a pasar al segundo nivel de escalamiento. Todos los envases tuvieron la misma instalación, sólo cambió el tamaño del envase que actúa como contenedor del alga.

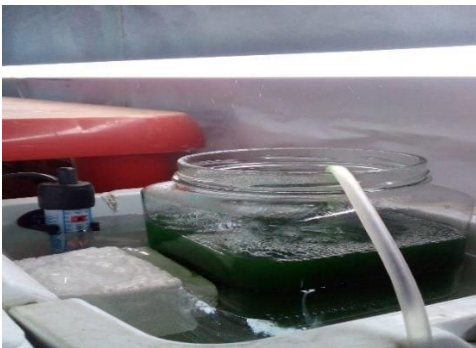


Figura 15. Segundo Escalamiento

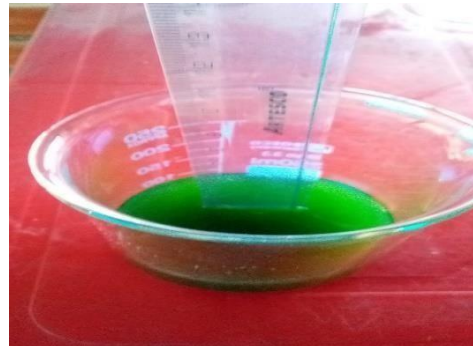


Figura 16. Medición de turbidez con disco secchi

10. Este proceso se repetirá hasta obtener el último nivel de 4 L. Se puede seguir reproduciendo para obtener mayor cantidad, sin embargo, para este proyecto, sólo se consideró ese volumen.

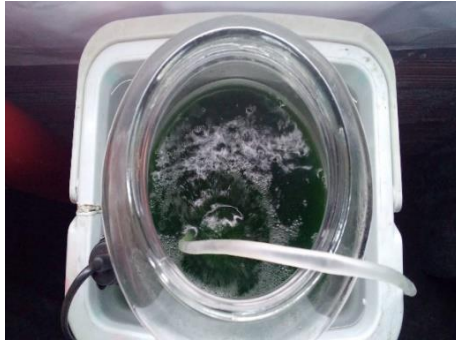


Figura 17. Tercer escalamiento

Aplicación de la solución acuosa a la muestra:

1. Se tuvieron acondicionadas las muestras, las cuales contaban con el mismo peso de la muestra inicial: 7.30g. Estas fueron introducidas en la solución acuosa de la *Arthrospira platensis*.



Figura 18. Muestras acondicionadas

2. Cada vaso precipitado tuvo cantidades de 100 ml, 200 ml, 300 ml y 400 ml de la solución acuosa.
3. Este proceso en base a los tiempos establecidos, se sumergió durante 6, 12, 18, 24 horas respectivamente; para determinar el tiempo de contacto más eficiente en la biosorción de los metales pesados.
4. Se realizó las tomas de pH, temperatura y turbidez para cada muestra y se anotó lo observado al retirar cada muestra en la ficha de registro de datos.



Figura 19. Toma de Temperatura, pH y turbidez

5. Al terminar el tiempo establecido, se llevó las muestras al laboratorio, a efectos de conocer la concentración final de los metales pesados que esta posee.

3.6 Método de análisis de datos

Este proyecto utilizó como prueba estadística el muestreo aleatorio simple, ya que la cantidad de pilas alcalinas a utilizarse fueron elegidas a conveniencia, según lo que requiere el proyecto de investigación.

3.7 Aspectos éticos

Se tuvo como compromiso respetar todos los resultados originales obtenidos en cada etapa de la experimentación, adoptando las recomendaciones de investigación que nos da la Universidad Cesar Vallejo en la elaboración del proyecto de investigación, por ende, el documento se subió al programa Turnitin, el cual validó la legalidad de ello y, así mismo, como actuales estudiantes, el compromiso asumido con los aspectos ambientales cumpliendo con el código de ética dada por la Institución.

IV. RESULTADOS

4.1 Tabla de Resultados

Recopilación los resultados de la muestra inicial obtenida del laboratorio a través de la técnica del ICP la cual tuvo un peso de 7.30 gr.

Tabla 6. *Concentración inicial de la muestra*

Concentración inicial (Ci)	
Manganeso (Mn)	580381 mg/Kg
Mercurio (Hg)	< 0.0159

Fuente: Elaboración propia

Resultados de las 4 muestras finales en base a su concentración, volumen, tiempo, pH, T° y Turbidez.

Tabla 7. *Concentración final*

Concentración final							
Ítem	Mn (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	Volumen (ml)	Tiempo (h)	pH	T°	Turbidez
P1-Cf1	552694	< 0.0159	100	6	9.41	27.12	2.01
P2-Cf2	545377	< 0.0159	200	12	9.55	27.18	2.01
P3-Cf3	538462	< 0.0159	300	18	10.14	27.58	2.03
P4-Cf4	535748	< 0.0159	400	24	10.57	27.84	2.01

Fuente: Elaboración propia

4.2 Determinación de la eficiencia de biosorción

$$Eficiencia = \frac{C_i \times C_f}{C_i} \times 100\%$$

4.2.1 Manganeso

Se realizó el cálculo para determinar la eficiencia a cada muestra final obtenida para el Manganeso:

- **Muestra 1:**

$$Eficiencia P1 = \frac{C_i - C_{f1}}{C_i} \times 100\% \qquad Eficiencia P1 = \frac{580381 - 552694}{580381} \times 100\%$$

$$Eficiencia P1 = 4.77\%$$

- **Muestra 2:**

$$Eficiencia P2 = \frac{C_i - C_{f2}}{C_i} \times 100\% \qquad Eficiencia P2 = \frac{580381 - 545377}{580381} \times 100\%$$

$$Eficiencia P2 = 6.03\%$$

- **Muestra 3:**

$$Eficiencia P3 = \frac{C_i - C_{f3}}{C_i} \times 100\% \qquad Eficiencia P3 = \frac{580381 - 538462}{580381} \times 100\%$$

$$Eficiencia P3 = 7.22\%$$

- **Muestra 4:**

$$Eficiencia P4 = \frac{C_i - C_{f4}}{C_i} \times 100\% \qquad Eficiencia P4 = \frac{580381 - 535748}{580381} \times 100\%$$

$$Eficiencia P4 = 7.69\%$$

Datos obtenidos del cálculo de la eficiencia para cada muestra final con respecto al Manganeso:

Tabla 8. *Eficiencia de biosorción del Manganeso*

MUESTRA	% EFICIENCIA
P1	4.77
P2	6.03
P3	7.22
P4	7.69

Fuente: Elaboración propia

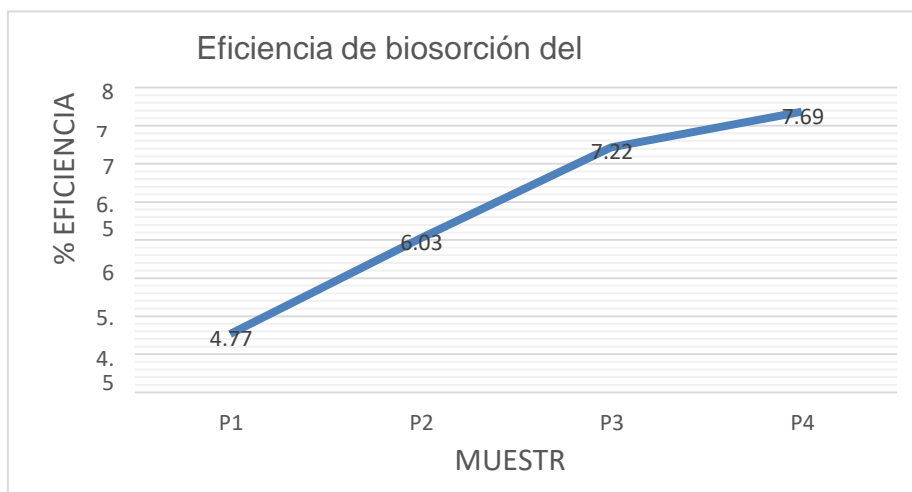


Figura 20. Eficiencia del Manganeso

Se observa en la figura que el porcentaje de eficiencia del manganeso es menor en la muestra final 1 con 4.77% y mayor en la muestra final 4 con 7.69%.

4.2.2 MERCURIO

$$Eficiencia = \frac{C_i \times C_f}{C_i} \times 100\%$$

4.2.2.1 Muestra 1, 2, 3 y 4:

Se realizó el cálculo para determinar la eficiencia a cada muestra final obtenida para el Mercurio:

$$Eficiencia = \frac{0.0159 - 0 - 0.0159}{0.0159} \times 100\%$$

$$Eficiencia = 0\%$$

Datos obtenidos del cálculo de la eficiencia para cada muestra final con respecto al Manganeso:

Tabla 9. *Eficiencia de biosorción del Mercurio*

MUESTRA	% EFICIENCIA
P1	0.00
P2	0.00
P3	0.00
P4	0.00

Fuente: Elaboración propia

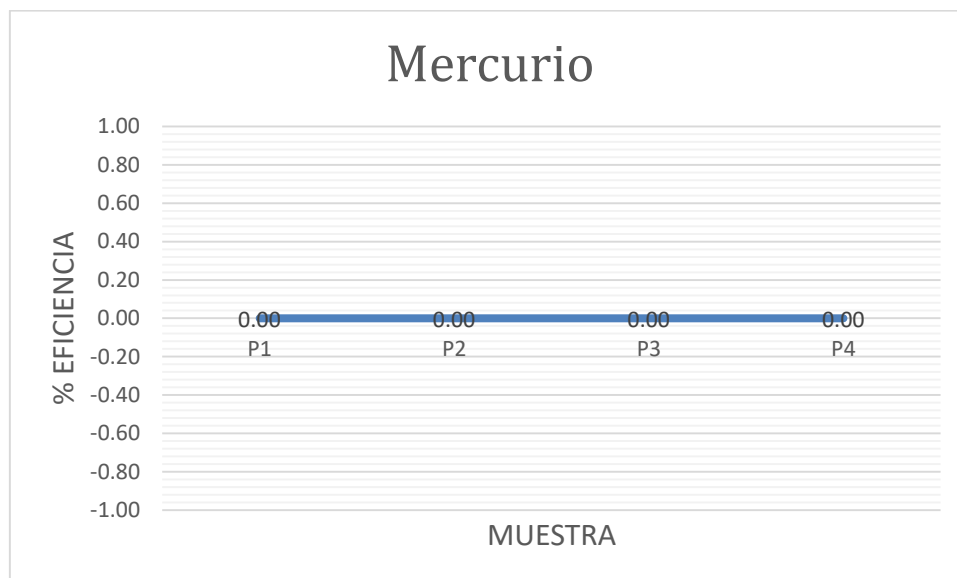


Figura 21. Eficiencia del Mercurio

Se observa en la figura que el porcentaje de eficiencia del mercurio en cada muestra no aumenta ni disminuye, sino, se mantiene en 0% (sin efectividad); ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

4.3 Determinación de la dosis (volumen)

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Manganeso en relación al volumen utilizado de la *Arthrospira platensis*.

4.3.1 Manganeso

Tabla 10. Eficiencia de biosorción del Manganeso en relación al volumen

MUESTRA	VOLUMEN (ml)	% EFICIENCIA
P1	100	4.77
P2	200	6.03
P3	300	7.22
P4	400	7.69

Fuente: Elaboración propia

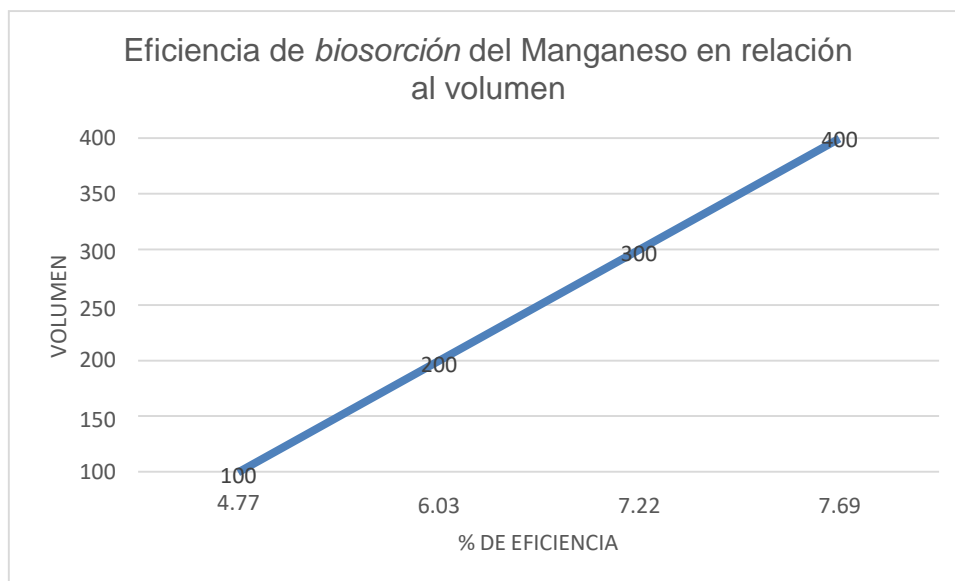


Figura 22. Eficiencia del Manganeso en relación al Volumen

Se observa que el porcentaje de eficiencia del manganeso en relación al volumen es menor cuando se utiliza 100ml ya que solo se obtiene el 4.77% y es mayor cuando se usa 400 ml porque se obtiene 7.69%.

4.3.2 Mercurio

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Mercurio en relación al volumen utilizado de la *Arthrospira platensis*.

Tabla 11. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al volumen

MUESTRA	VOLUMEN (ml)	% EFICIENCIA
P1	100	0.00
P2	200	0.00
P3	300	0.00
P4	400	0.00

Fuente: Elaboración propia

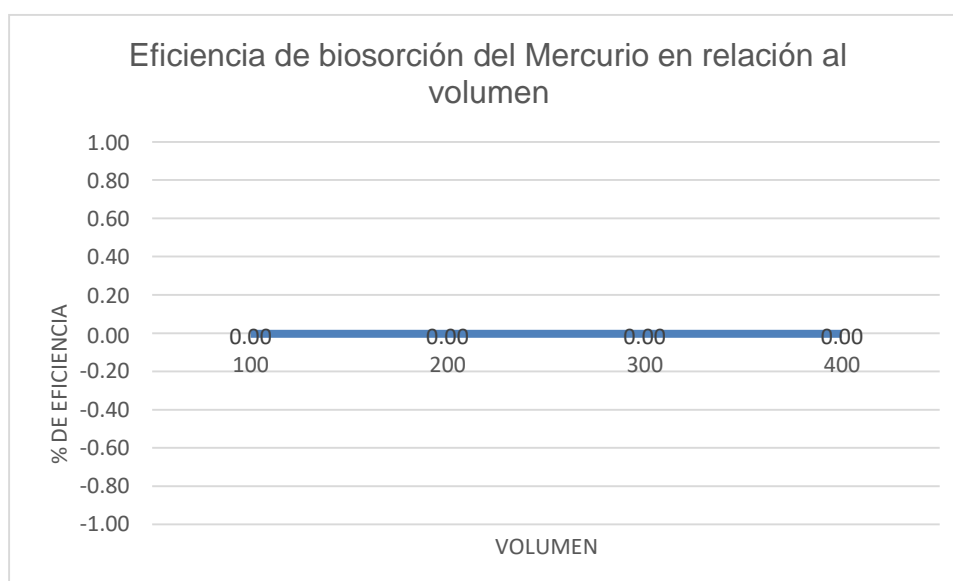


Figura 23. Eficiencia del Mercurio en relación al Volumen

Se observa que el porcentaje de eficiencia del mercurio en relación al volumen es lineal, ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

4.4 Determinación del tiempo de contacto

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Manganeso en relación al tiempo de contacto que tuvo con cada muestra con la *Arthrospira platensis*.

4.4.1 Manganeso

Tabla 12. Eficiencia de biosorción del Manganeso en relación al tiempo

MUESTRA	TIEMPO (h)	% EFICIENCIA
P1	6	4.77
P2	12	6.03
P3	18	7.22
P4	24	7.69

Fuente: Elaboración propia

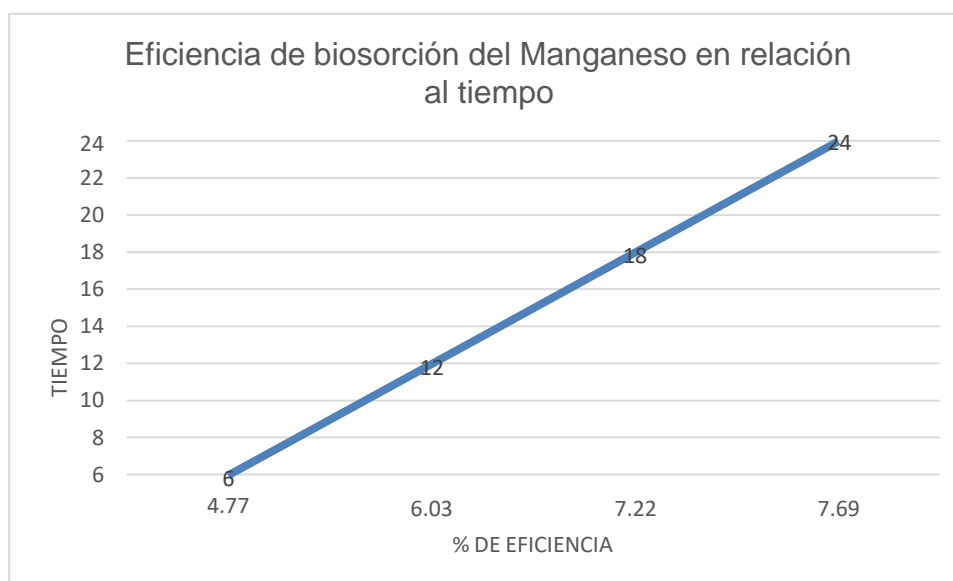


Figura 24. Eficiencia del Manganeso en relación al tiempo

Se observa que el porcentaje de eficiencia del manganeso en relación al tiempo aumenta cuando se eleva las horas. En 6 horas se obtiene el 4.77% y en 24 horas el 7.69%

4.4.2 Mercurio

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Mercurio en relación al tiempo de contacto que tuvo con cada muestra con la *Arthrospira platensis*.

Tabla 13. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al tiempo

MUESTRA	TIEMPO (h)	% EFICIENCIA
P1	6	0.00
P2	12	0.00
P3	18	0.00
P4	24	0.00

Fuente: Elaboración propia

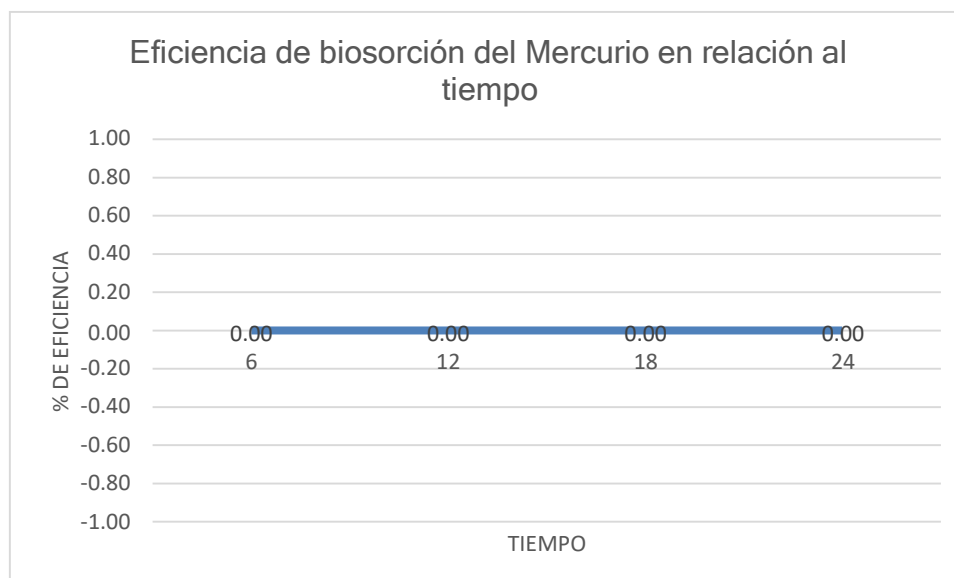


Figura 25. Eficiencia del Mercurio en relación al Tiempo

Se observa que el porcentaje de eficiencia del mercurio en relación al tiempo es lineal, ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

4.5 Determinación de las condiciones de operación

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Manganeseo con respecto a sus condiciones de operación como pH, Temperatura y Turbidez.

4.5.1 Manganeseo

- pH

Tabla 14. Eficiencia de biosorción del Manganeseo en relación al pH

MUESTRA	pH	% EFICIENCIA
P1	9.41	4.77
P2	9.55	6.03
P3	10.14	7.22
P4	10.57	7.69

Fuente: Elaboración propia

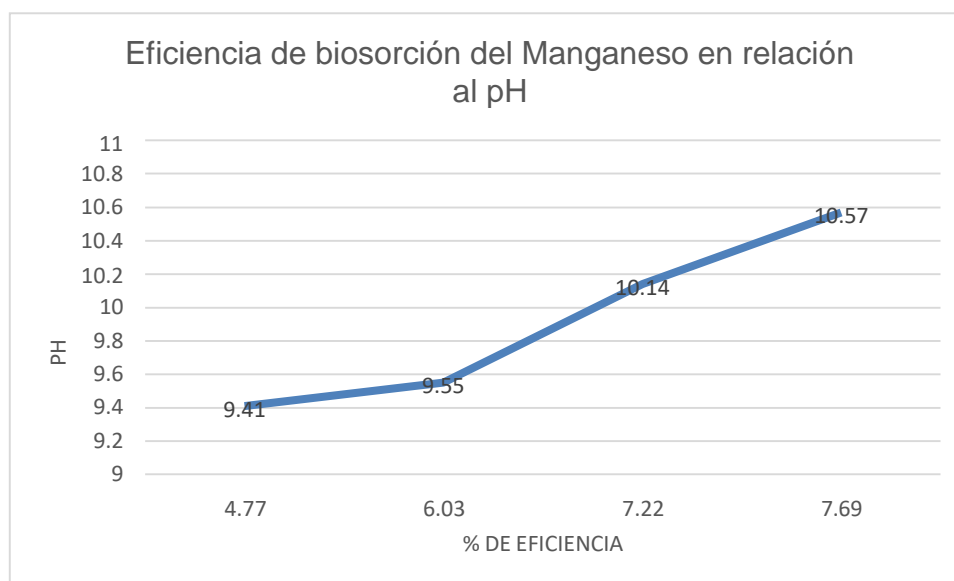


Figura 26. Eficiencia del Manganeseo en relación al pH

Se observa que el porcentaje de eficiencia del manganeseo en relación al pH va en aumento. Se obtiene el 4.77% con un pH de 9.41 y el 7.69% con un pH de 10.57.

- Temperatura

Tabla 15. Eficiencia de biosorción del Manganeso en relación a la temperatura

MUESTRA	TEMPERATURA	% EFICIENCIA
P1	27.12	4.77
P2	27.18	6.03
P3	27.58	7.22
P4	27.84	7.69

Fuente: Elaboración propia

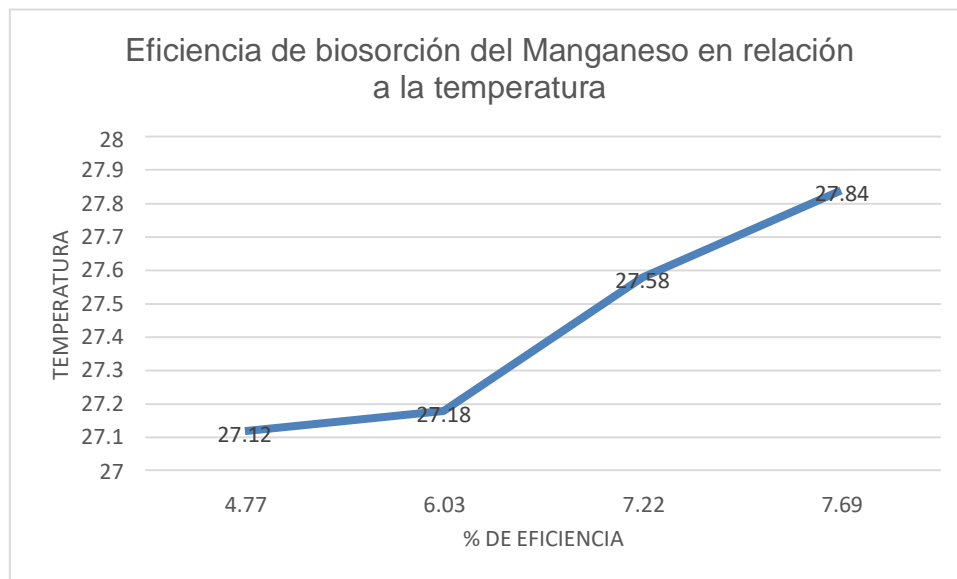


Figura 27. Eficiencia del Manganeso en relación a la temperatura

Se observa que el porcentaje de eficiencia del manganeso en relación a la temperatura va en aumento. Se obtiene el 4.77% con una temperatura de 27.12° y el 7.69% con una temperatura de 27.84°.

- Turbidez

Tabla 16. Eficiencia de biosorción del Manganeso en relación a la turbidez

MUESTRA	TURBIDEZ	% EFICIENCIA
P1	2.01	4.77
P2	2.01	6.03
P3	2.03	7.22
P4	2.01	7.69

Fuente: Elaboración propia

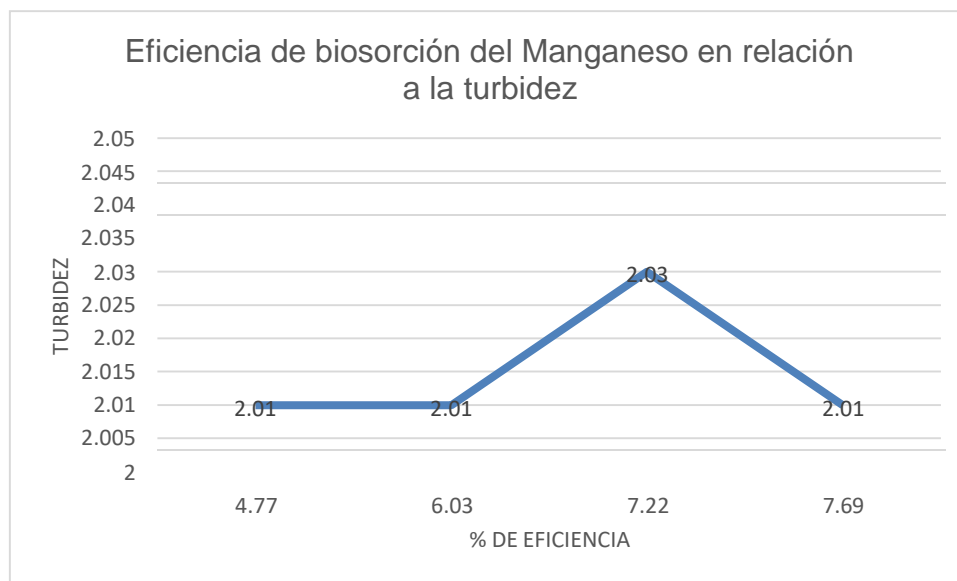


Figura 28. Eficiencia del Manganeso en relación a la turbidez

Se observa que el porcentaje de eficiencia del manganeso en relación a la turbidez no tiene mucha variación. Se obtiene 4.77% y 7.69% con una turbidez de 2.01.

4.5.2 Mercurio

En base a los datos obtenidos de las 4 muestras finales del laboratorio, se realizó el cálculo para determinar la eficiencia del Manganeseo con respecto a sus condiciones de operación como pH, Temperatura y Turbidez.

- **pH**

Tabla 17. *Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación al pH*

MUESTRA	pH	% EFICIENCIA
P1	9.41	0.00
P2	9.55	0.00
P3	10.14	0.00
P4	10.57	0.00

Fuente: Elaboración propia

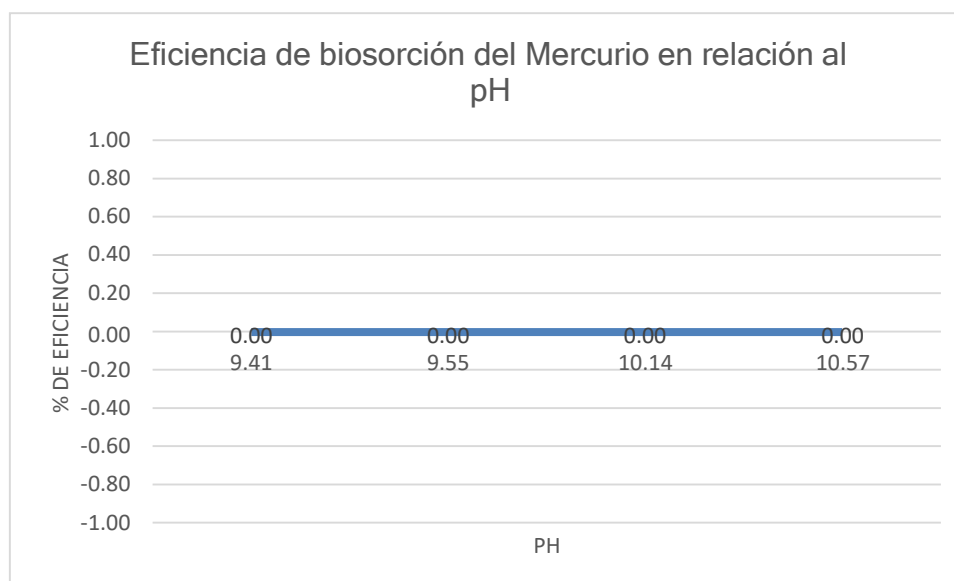


Figura 29. *Eficiencia del Mercurio en relación al pH*

Se observa que el porcentaje de eficiencia del mercurio en relación al pH es lineal, ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

- **Temperatura**

Tabla 18. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación a la temperatura

MUESTRA	TEMPERATURA	% EFICIENCIA
P1	27.12	0.00
P2	27.18	0.00
P3	27.58	0.00
P4	27.84	0.00

Fuente: Elaboración propia

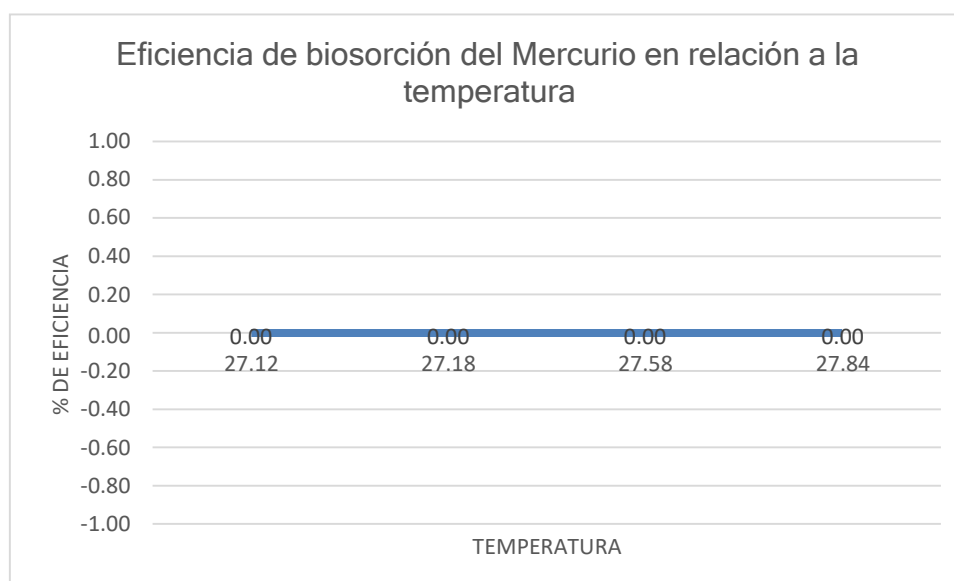


Figura 30. Eficiencia del Mercurio en relación a la temperatura

Se observa que el porcentaje de eficiencia del mercurio en relación a la temperatura es lineal, ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

- **Turbidez**

Tabla 19. Eficiencia de biosorción del Mercurio en relación a la turbidez

MUESTRA	TURBIDEZ	% EFICIENCIA
P1	2.01	0.00
P2	2.01	0.00
P3	2.03	0.00
P4	2.01	0.00

Fuente: Elaboración propia

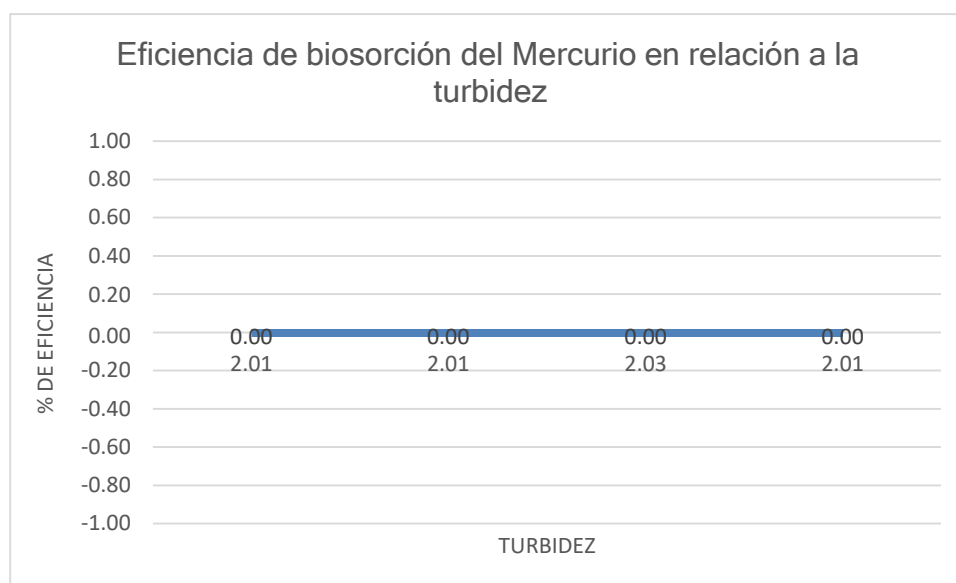


Figura 31. Eficiencia del Mercurio en relación a la turbidez

Se observa que el porcentaje de eficiencia del mercurio en relación a la turbidez es lineal, ya que se toma el valor de 0.0159 para todas las muestras en su concentración inicial y final.

4.7 Prueba de Normalidad

Con esta prueba, se pretendió verificar si la hipótesis planteada es aprobada o rechazada, ya que se eligió la muestra aleatoria simple a conveniencia del proyecto de investigación.

Tabla 20. *Pruebas de normalidad*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CIHg	.	4	.	.	4	.
CIMn	.	4	.	.	4	.
CFHg	.	4	.	.	4	.
CFMn	,228	4	.	,948	4	,702
DOSIS	,151	4	.	,993	4	,972

Según Rial y Varela (2008), la prueba Shapiro-Wilk se utiliza cuando la cantidad de las muestras con inferiores a 50 (p. 90). Es por ello que se considera dicha prueba para este proyecto de investigación, ya que sólo se realizaron 4 muestras.

Según el cuadro se deduce que la hipótesis planteada es rechazada ya que el nivel de significancia que arroja es de 0.702, siendo este mayor a 0,05.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se busca determinar la eficiencia de la *Arthrospira platensis* para la biosorción de metales pesados en pilas alcalinas, la dosis que alcanzo un mayor índice de biosorción fue la de 400 ml con un pH de 10.57, una temperatura de 27.84, una turbidez de 2.01 luego de un tiempo de contacto de 24 horas entre el biosorbente (*Arthrospira platensis*) y la muestra (polvillo residual de la pila), obteniendo finalmente un 7.69 % de eficiencia. A su vez (Zinicovscaia et al 2020), en su investigación utilizo la *Arthrospira platensis* para poder remover Cs, U, Am, Sr y Np mostrando alta capacidad de sorción para Pu, Am Y Sr y baja para U, La cantidad de Cs eliminada de la solución de biomasa viva y seca fue casi la misma, también Kumar et al, en su investigación aclimató la *Arthrospira platensis* para remover metales pesados obteniendo altos índices de remoción como 74 % de Cu, 77 % para Cd, 50,5 % de Ni, 76,0% de Cr, 76,5% de Pb y 63,5% de Co de agua del rio Yamuna (2020, p. 214-222). Del mismo modo con los resultados de la investigación la temperatura fue de 27.84 esto para poder biosorber metales pesados, ya que la spirulina es un microorganismo termófilo es decir requiere de altas temperatura para su desarrollo, reafirmando entonces que se requiere de condiciones de operación para el proceso de biosorción, con respecto a la eficiencia se observa una mayor biosorción trabajadas con muestras en soluciones acuosas.

Por otro lado, según Vizcaíno y Fuentes en su investigación buscaron disminuir la concentración de metales pesados como Cd, Pb y Zn, utilizando biosorbentes como algas rojas, cascaras de naranja y tuna guajira en forma de biomasa. Utilizaron el método de la biosorción, obtuvieron como resultados que las algas modificadas con Na OH a 0.1 N, la naranja con Na OH y la cascara de tuna modificada con CaCl a 0.2N tuvieron más capacidad de biosorción, además que las algas rojas pueden remover Cd y Pb de 90 % a más sin ninguna alteración química (2015, p. 45-60). De la misma forma con nuestros resultados la *Arthrospira platensis* alcanzo una eficiencia de 7.69%, esto se realizó sin añadir ningún reactivo químico y solo cumpliendo las condiciones de operación como la temperatura, tiempo de contacto y turbidez, también se demuestra que el proceso de biosorción trabaja de manera más eficiente con microorganismos como las algas y bacterias que

residuos orgánicos para poder biosorber metales pesados.

Según el estudio realizado por Fawzy (2020) donde tuvieron como objetivo estudiar la eficiencia del alga *Codium vermilara* para la eliminación de los iones de cobre en solución acuosa, tuvieron como resultado que la dosis de algas 0,75 g / L, pH 5, tiempo de contacto de 51 min y concentración de cobre 48,75 mg / L eran las condiciones de biosorción óptima. Además, la eficiencia de la remoción de cobre era del 85,5% en estas condiciones. Estos resultados corroboran la investigación puesto que en la experimentación se realizó 4 repeticiones alcanzando el mayor índice de biosorción la repetición que tuvo mayor tiempo de contacto, la cual fue de 24 horas con un pH de 10.57, una T° de 27.84 y 2.01 NTU y se alcanzó una eficiencia mayor en comparación con las 3 repeticiones que se hicieron que fueron de menor tiempo de contacto.

En su investigación Michalak, Mioniuk, Godlewska, Trynda, Marycz (2020) buscaron determinar las propiedades de biosorción de la *Arthrospira* (*Spirulina*), utilizando la biosorción para Cr (III), Mn (II) y Mg (II) iones. Los resultados de biosorción de *A. platensis* determinada a partir de la ecuación de Langmuir fue de 45,2 para Cr (III), 44,3 para Mn (II) y 42,0 mg / g. si bien es cierto la ecuación de Langmuir es un modelo matemático que sirve para determinar concentraciones finales, nuestra metodología buscaba determinar la eficiencia de biosorción la cual fue 7.69%, esta fue llevada a laboratorio utilizando la técnica del ICP para determinar concentración inicial y final de los metales y se determinó mediante la ecuación matemática la cual consideramos ideal para hallar la eficiencia, igualmente Noli, Kapashi, Kapnisti (2019) en su investigación buscaron sorber uranio y cadmio utilizando desechos de aloe vera , los datos obtenidos fueron simulados por modelos de Langmuir y Freundlich , de esta revisión podemos diferir la postura del autor la cual usa estos modelos matemáticos el isoterma de Langmuir y Freundlich ya que estos modelos solo evalúan el comportamiento del sorbente y no toman en cuentas parámetros fisicoquímicos como el Ph ni tampoco el comportamiento de otros iones en la disolución .

Según Markou et al (2015), en su investigación buscaron biosorber cobre y níquel y utilizaron 4 tipos de *A. platensis* para su experimentación biomasa seca típica, biomasa seca enriquecida con carbohidratos, biomasa viva típica y biomasa

viva enriquecida en carbohidratos La mayor capacidad de absorción de metales de la biomasa se llevó en 15-30 min y se logró el equilibrio en 30–60 min, confirmando entonces lo que dijo en su literatura (Sánchez, 2018, p. 7). Donde indica que la biosorción utiliza microorganismos vivos o muertos. Luego comparando con los resultados de nuestra investigación en la cual utilizamos *Arthrospira platensis* (Spirulina) encontrándose como biomasa viva típica, y nuestra mayor eficiencia fue de 7.69%, en 24 horas y la menor eficiencia fue de 4.77 % con un tiempo de contacto de 6 horas, reafirmamos entonces decir que a mayor tiempo de contacto mayor es la capacidad de sorción de la *Arthrospira platensis* para metales pesados, además también Tavana, Pahlavanzadeh, Javad (2020), en su investigación utilizaron un alga verde muerta *Schizomeris leibleinii* con la cual se buscaba biosorber cobre, Los resultados también fueron óptimos con 55,6 mg/g obtenidas a partir de 700 mg/L en un tiempo de contacto de 60 min. Dicho lo anterior queda claro que el uso de microorganismos vivos, muertos o inactivos no influye para obtener resultados de biosorción positivos.

Por otro lado la biosorción ofrece un abanico de posibilidades al momento De elegir el biosorbente, si bien es cierto se pueden usar microorganismos como algas y hongos, también hay investigaciones donde se han utilizado residuos orgánicos como los restos de comida, o de fruta. Como Sánchez, en su investigación utilizo la tusa de maíz para poder biosorber plomo y cadmio en I, obteniendo como resultados en 36 horas de tiempo de contacto para el plomo un 60.33% y en 12 horas para cadmio un 75% (2018, p. 7)., lo que contrasta con nuestros resultados ya que en 24 horas se alcanzó un 7.69%, el cual es menor, esto se debe al tiempo de contacto en nuestra investigación es menor, se tomaron tiempos de 6,12,18,24 y en la investigación de sanches llegó a tomar como tiempo máximo 36 horas, sin embargo los residuos orgánicos tienen una ventaja ya que se generan en cantidades y son de más fácil accesibilidad y menor coste.

Por otro lado si se opta por el uso de microorganismos para el proceso de biosorción estos deben cumplir condiciones como temperatura, alimentación, oxigenación para su reproducción, tal es el caso de la *Arthrospira platensis* la cual fue reproducida para alcanzar los escalamientos necesarios para la experimentación, ante esto según Bojórquez et al (2019), en su investigación buscaron producir biomasa de *Enterobacter cloacae* y poder retener Cd y Pb a través de la adsorción , para ello aclimato la bacteria inmovilizándolos y suspendiéndolos a los dos metales En la metodología se sembraron cultivos de esta bacteria que fueron previamente suspendidos e inmovilizados, en concordancia con la investigación los microorganismos empleados (*Arthrospira platensis*) en nuestra investigación fueron criados , alimentados para lograr los escalamientos que fueron de 160 ml , 800 ml y 3 litros los cuales se llegaron a obtener cumpliendo con las características de reproducción de la Spirulina . Esto para la biosorción de metales pesados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó la eficiencia de la *Arthrospira platensis* en la biosorción de los metales pesados presentes en las pilas alcalinas de forma individual. En el caso del manganeso (Mn), la eficiencia máxima obtenida a partir de 7.30g de muestra fue de 7,69%, lo cual indica que no es muy alto; sin embargo, para el mercurio, no se puede precisar la eficiencia, ya que el instrumento utilizado en el laboratorio a través de la técnica IPC-MS, no medía valores menores a 0,0159 mg/Kg, por ende, no se determinó si hubo cambios o no en este metal pesado.
2. Las dosis utilizadas de *Arthrospira platensis* en la biosorción de los metales pesados presentes en las pilas alcalinas. fueron de 100ml, 200ml, 300ml y 400ml; de las cuales, se obtuvo la mayor eficiencia para el manganeso utilizando el volumen de 400ml, sin embargo, para el mercurio no se logró determinar debido al problema mencionado.
3. El tiempo de contacto más eficiente de la *Arthrospira platensis* en la biosorción de los metales pesados presentes en las pilas alcalinas fue de 24 horas ya que con ello se logró una disminución de 44633 mg/Kg de manganeso; sin embargo, no se obtuvo datos exactos del mercurio.
4. Las condiciones de operación más eficientes de la *Arthrospira platensis* en la biosorción de los metales pesados presentes en las pilas alcalinas fueron de: pH = 10.57, T° = 27.84 y Turbidez de 2.01. Se utilizó las mismas condiciones tanto para el manganeso como para el mercurio.

VII. RECOMENDACIONES

Evitar el uso de la técnica IPC-MS en caso de use muestras pequeñas en peso, ya que al tener una concentración menor a 0.0159 mg/Kg no arrojará una cantidad exacta, sólo hará referencia de la presencia de este componente mostrando su mínimo valor medible.

Para un resultado más exacto en la determinación de la concentración de los metales pesados, se debe utilizar muestras mayores de 1 Kg.

Para obtener una mayor eficiencia de biosorción de los metales pesados utilizando la *Arthrospira platensis*, se debería sumergir la muestra de forma directa, sin ningún tipo de contenedor, para que el alga actúe directa.

Realizar mayor cantidad de pruebas en cada volumen mencionado de la *Arthrospira platensis*, así se podría promediar estos valores.

Finalmente, realizar la reproducción de la *Arthrospira platensis* en lugares con climas cálidos, por ejemplo, Ica, ya que ello ayuda a que el tiempo de reproducción se reduzca y evite que el alga se quede invernando y pierda su capacidad de reproducirse.

REFERENCIAS

Michalak, Mironiuk, Godlewska, Trynda, Marycz. *Arthrospira (Spirulina) platensis: An effective biosorbent for nutrients.* [En línea]. junio de 2020, vol 88. [Fecha de consulta: 19 de Julio de 2021]. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511319309985?via%3Dihub>

ISSN: 1359-5113

A Corona-Electrostatic Technology for Zinc and Brass Recovery from the Coarse Fraction of the Recycling Process of Spent Alkaline and Zinc-Carbon Batteries por **Calin Laur [et al.]**. *Journal of Cleaner Production*, 2020, p. 123477. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620335228>

ISSN: 0959-6526

ARANGO, María. *Plantas medicinales: Botánica de interés médico.* María Cristina Arango Mejía, 2006. 150 pp.

ASQUI, Derly. *Remoción de metales Plomo (Pb) y Zinc (Zn) de las aguas del rio T'oro Q'ocha por precipitación alcalina en la ciudad de Juliaca.* Tesis (Ingeniero Químico). Puno: Universidad Nacional del Antiplano, Facultad de Ingeniería Química, 2015. Disponible en

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1774/Apaza_Asqui_Derly_Willer.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BANO, Amma, HUSSAIN, Javid, AKBAR, Ali, MEHMOOD, Khalid, ANWAR, Muhammad, Hasni, MUHAMMAD, Sharif, ULLAH, Sami. SAJID, Sumbal, ALI, Imran. *Biosorption of heavy metals by obligate halophilic fungi.* *Chemosphere* [En línea]. Mayo de 2018, vol. 199. [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653518302455>.

ISSN 0045-6535

BELIZARIO Arcos, Luis y DEL CARPIO Llosa, Ignacio. *Evaluación de parámetros para la remoción de arsénico y manganeso de agua subterránea de la Punta de Bombón usando Zeolita natural (Clinoptilolita).* Tesis (Ingeniero Químico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ingeniería de Procesos. 2018. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7569>

Biosorption of Cadmium and lead using suspended and immobilized *Enterobacter cloacae* at different pH por **Bojórquez, Carolina [et al]**. [En línea]. Abril 2018.Vol 35.Nº.1 [Fecha de consulta: 8 de diciembre 2020]. Disponible en <https://www.revistascca.unam.mx/rca/index.php/rca/article/view/RICA.2019.35.01.19/46824>

ISSN 0188-4999

Noli,Kapashi, Kapnisti. *Biosorption of uranium and cadmium using sorbents based on Aloe vera wastes* [En línea].Abril del 2019,vol.7.[Fecha de consulta:19 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343719301083?via%3Dihub>

ISSN 2213-343

CANCHARI Silverio, Godelia y ORTIZ Sánchez, Oswaldo (2010). Sistema de gestión de residuos peligrosos (pilas y baterías) en la facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.* [En Línea]. Vol. 13, n.º 26 [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/508/432>.

ISSN:1682-30787.

CAÑIZARES-VILLANUEVA, Rosa. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de microbiología*, 42(3), 131-143.

CARHUANIRA Aspiros, Marino y VERA Chamorro, Augusto. Lixiviación del manganeso presente en las pilas alcalinas con ácido fórmico a distintos niveles de ph y tiempos de agitación. Tesis (Ingeniero químico). Trujillo. Universidad nacional de Trujillo. Facultad de ingeniería química, 2018. Disponible en http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11440/CarhuaniraAspiros_M%20-%20VeraChamorro_A.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Calin, Catinean, Bilici, Samuila. *A corona-electrostatic technology for zinc and brass recovery from the coarse fraction of the recycling process of spent alkaline and zinsecarbon batteries* [En línea], Vol. 278, enero 2021. [Fecha de consulta: 19 de julio del 2021].Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620335228?via%3>

Dihub

ISSN:0959-6526

Cid, Ortiz, Pizarro, Moreno-Pijaran. *Effect of copper (ii) biosorption over light metal cation desorption in the surface of macrocystis pyrifera biomass* [En línea], Vol. 8.junio del 2020. [Fecha de consulta: 7 de diciembre del 2020].Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720300774?via%3>

Dihub

ISSN: 2213-3437

CUIZANO, Norma y NAVARRO, Abel. Biosorción de metales pesados por algas marinas: posible solución a la contaminación a bajas concentraciones. Real Sociedad Española de Química, 104(2):120-125, 2008.

Fathollahi, Alireza, Coupe, Stephen, El-Sheikh, Amjad, Sañudo-Fontaneda, Luis. *The biosorption of mercury by permeable pavement biofilms in stormwater attenuation. Science of The Total Environment* [En línea], Vol. 140411,741, junio 2020. [Fecha de consulta: 7 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720339334>

ISSN: 0048-9697

FAWZY, Mustafa. *Biosorption of copper ions from aqueous solution by Codium Vermilara: Optimization, kinetic, isotherm and thermodynamic studies. Advanced Powder Technology* [En línea]. Volº 31, Nº.9. Septiembre del 2020. [Fecha de consulta:25 de octubre de 2012]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921883120303502>

ISSN 0921-8831

FOWLER, R. *Electricidad: Principios y aplicaciones.* Editorial Reverté: Western Washington University, 1994. 59 pp.

GONZÁLES, Cyndi. *Eficacia De Un Biofiltro A Base De La Microalga Spirulina Sp Para El Tratamiento De Las Aguas Residuales,* 2016. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34566/gonzalez_pc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HIGIENE del medio hospitalario y limpieza de material por Guillamas Concepción [et al.]. Madrid: Editex, 2017. 182 pp.

ISBN 978-84-9161-023-6

ISMAIEL, Mostafa, EL-AYOUTY, Yassin y PIERCEY-NORMORE, Michele.

Role of pH on antioxidants production by *Spirulina (Arthrospira platensis)*.

Brazilian journal of microbiology [en línea]. April–June 2016, n.º 47, no 2. [Fecha de consulta: 7 de noviembre de 2020]. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1517838216000502>

ISSN: 1517-8382

KHORAMZADEH, E., NASERNEJAD, B., HALLADJ, R. Mercury biosorption from aqueous solutions by Sugarcane Bagasse. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* [en línea]. Volumen 44. n.º 2. Diciembre de 2012. [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2020] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876107012001277>

ISSN :1876-1070

KUMAR, Nilesh, et al. Acclimatization of microalgae *Arthrospira platensis* for treatment of heavy metals in Yamuna River. Water Science and Engineering [en línea]. 2020, vol. 13, no 3, p. 214-222. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674237020300727>

ISSN: 1674-2370

Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 23 de diciembre de 2016

LI, Ding, LI, Ruyi, DING, Zhesu, RUAN, Xiaofang, LUO, Jun, CHEN, Jinyuan, ZHENG, Jie y TANG, Jianxin. Discovery of a novel native bacterium of Providencia sp. with high biosorption and oxidation ability of manganese for bioleaching of heavy metal contaminated soils. *Chemosphere* [en línea], Vol.241, octubre 2019, [Fecha de consulta: 8 de diciembre 2019]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519322787>

ISSN: 0045-6535

LONDOÑO, Franco, LONDOÑO, Paula y MUÑOZ, Fabian (2016). Risk of heavy metals in human and animal health. *Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial* [en línea], [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2020]. Disponible en

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf> 14(2).

Markou, Mitrogiannis, Çelekli, Bozkurt, Georgakakis, Chrysikopoulos. *Biosorption of Cu²⁺ and Ni²⁺ by Arthrospira platensis with different biochemical compositions* [en línea], Vol 259, junio de 2015 [Fecha de consulta: 19 de julio de 2021]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894714010912?via%3Dihub>

ISSN: 1385-8947

MENDOZA, Katherine. Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con Spirulina (*Arthrospira platensis*). Tesis (Ingeniero Pesquero). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.

Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3164>

MERCHÁN, Lady Johanna Gómez. *USO DE Spirulina platensis EN LA BIOADSORCIÓN DE METALES PESADOS PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.* Boletín Semillas Ambientales, vol. 12(1): 58-65, 2018.

ISSN: 2463-0691

OCHOA, Marlybell. Gestión integral de residuos: análisis normativo y herramientas para su implementación. Colombia: Universidad del Rosario, 2018. 5 pp.

ISBN 978-958-784-046-9

RANGHASHIYAN, S, BALASUBRAMANIAN, P. *Characteristics, performances, equilibrium and kinetic modeling aspects of heavy metal removal using algae.*

Bioresource Technology Reports [En línea]. Vol. 5,2019. [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2020]. Disponible en

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2589014X18300690?token=207AD2392EFC4E0E5983E39846822071DE1AE745F3C6BB74920B8584B1C6551E974CDD B460D2A801F11C8D1B2229CFA6>

ISSN:2589-014X

RIAL, Antonio y VARELA, Jesús. Estadística práctica para la investigación en ciencias de la salud. España: Netbiblo, 2008. 90 pp.

ISBN: 978-84-9745-243-4

SANCHEZ, Joyce. Biosorción de plomo y cadmio con la tusa de maíz (*Zea mays*).

I.), en las aguas del Río Rímac-zona de Corcona, Huarochirí. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/28170>

Thi tran, Dhin Vu, Matsukawa, Okajima, Kaneko, Ohki, Yoshikawa. *Heavy metal biosorption from aqueous solutions by algae inhabiting rice paddies in Vietnam.* [En línea], Vol 4, junio del 2016, [Fecha de consulta: 19 de julio de 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343716301725?via%3Dihub>

ISSN: 2213-3437

Tavana, Pahlavanzadeh, Javad Zarei. *The novel usage of dead biomass of green algae of Schizomeris leibleinii for biosorption of copper(II) from aqueous solutions: Equilibrium, kinetics and thermodynamics.* [En línea], Vol 8, octubre del 2020, [Fecha de consulta: 19 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720306217?via%3Dihub>

ISSN: 2213-3437

USO de Spirulina platensis en la Bioadsorción de metales pesados presentes en aguas residuales industriales. Bogotá: Boletín Semillas Ambientales, 12(1), 58-65. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/13618>
ISSN: 2463-0691

VALENCIA, Christian. Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2011. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/ti881.pdf>
Ventajas y desventajas del análisis por ICP-MS de metales pesados en muestras biológicas [en línea]. Instituto nacional de salud. [Fecha de consulta 24 de julio del 2021]

Disponible en <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/handle/INS/1011?show=full>

Vizcaíno Mendoza, Lissette y FUENTES Molina, Natalia. Biosorption of Cd, Pb AND Zn by pretreated biomass red algae, Orange peel and tuna. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [En línea], 2014, 25 (1), 43-60. [Fecha de Consulta: 7 de Diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91139263004>.

ISSN: 0124-8170.

Ventajas y desventajas del análisis por ICP-MS de metales pesados en muestras biológicas [en línea]. Instituto nacional de salud. [Fecha de consulta 24 de julio del 2021]

Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/handle/INS/1011?show=full>

VONSCHAK, Avigad y TOMASELLI, Luisa. (1996). *Arthrospira* (Spirulina): Systematics and Ecophysiology. En *The ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers. Springer, Dordrecht, 2000. p. 505-522.

ZINICOVSCAIA, Inga, CEPOI, Liliana, POVAR, Igor, CHIRIAC, Tatiana, RODLOVSKAYA, Elena, & CULICOV, Otilia (2018). Metal uptake from complex industrial effluent by cyanobacteria *Arthrospira platensis*. *Water, Air, & Soil Pollution* [en línea], 229(7), 220. [Fecha de consulta: 7 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-3873-3>.

ISSN: 1419890

ZINICOVSCAIA, Inga, SAFONOV, Alexey, ZELENINA, Daria, ERSHOVA, Yana, & Boldyrev, Kirill. *Evaluation of biosorption and bioaccumulation capacity of cyanobacteria Arthrospira (spirulina) platensis for radionuclides*. *Algal Research* [en línea]. Volº. 51.Nº.102075. Octubre del 2020. [Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2020].

Disponible

en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211926420307359>

ISSN 2211-9264

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente <i>Arthrospira Platensis</i>	Es una cianobacteria considerada como microalga por su estructura filamentososa que posee la capacidad de acumular metales pesados del agua contaminada (Arango, 2006, p. 150)	Determinar a través de la Biosorción la dosis que debe usarse para reducir la concentración de metales pesados que se encuentran en las pilas alcalinas	Condiciones operativas	Temperatura	°C
				Tipo de reacción	pH
				Turbidez	NTU
			Dosis	Volumen de algas	ml
				Concentración de biosorbentes	mg/L
			Tiempo de contacto	Número de horas	h
Variable Dependiente Biosorción de metales pesados	Este proceso usa biomasa viva o muerta a través de mecanismos físicos como la adsorción o el intercambio iónico. Con biomasa viva los mecanismos de captación contribuyen con el proceso donde se da una interacción de los metales con la superficie celular (Cañizares, 2000, p. 131)	La biosorción de metales pesados se medirá mediante la eficiencia de remoción del mercurio y manganeso	Eficiencia de la remoción	Mercurio $\frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	%
				Manganeso $\frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	%

Anexo 2. Fichas de instrumento validadas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*

FICHA 1. REGISTRO DEL ESTADO DE LA MUESTRA

Título	Biosorción de metales pesados en pilas alcalinas utilizando la <i>Arthrospira platensis</i>		
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos		
Responsables	García Céspedes, Evelyn Sofía Hinojo Vásquez, Alex Jhonson		
Asesor			
		Ficha de registro del estado de la muestra	
Nro. de repetición	Cantidad	Peso (g)	Observación

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 46572 DNL 17402784


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

FICHA 2. REGISTRO DIARIO DEL CRECIMIENTO DE LA *Arthrospira platensis*

Título	Biosorción de metales pesados en pilas alcalinas utilizando la <i>Arthrospira platensis</i>
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos
Responsables	García Céspedes, Evelyn Sofía Hinojo Vásquez, Alex Jhonson
Asesor	

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha de registro diario del crecimiento de la <i>Arthrospira platensis</i>		
Nro. de repetición	Fecha	Hora	Volumen (ml)	Observación

Atentamente,


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 46572 DNI: 17402784



 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

FICHA 3. REGISTRO DEL TIEMPO DE CONTACTO DE LA MUESTRA CON LA SOLUCIÓN ACUOSA

Título	Biosorción de metales pesados en pilas alcalinas utilizando la <i>Arthrospira platensis</i>
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos
Responsables	García Céspedes, Evelyn Sofía Hinojo Vásquez, Alex Jhonson
Asesor	

		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					Tiempo de contacto de la muestra con la solución acuosa	
Nro. de repetición	Hora	Cantidad de dosis (g)	Concentración inicial de la muestra (ppm)	Vol. inicial de la solución acuosa (ml)	Tiempo de Contacto (min)	Observaciones		


Atentamente,

 Juan Julio Céspedes Galarza
 DNI: 06447308


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 46572 DNL: 17402784


 Dr. Eimer G. Benites Alfaro
 CIP 71998

Ficha 4. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO

Título	Biosorción de metales pesados en pilas alcalinas utilizando la <i>Arthrospira platensis</i>
Línea de Investigación	Tratamiento y Gestión de los residuos
Responsables	García Céspedes, Evelyn Sofía Hinojo Vásquez, Alex Jhonson
Asesor	

 Registros de datos obtenidos del laboratorio					
Nro. de repetición	Vol. final de la solución (ml)	Concentración final de la muestra (ppm)	pH de la solución	Turbidez (NTU)	Observaciones

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 46572 DNI: 17402784


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Ordoñez Gálvez Juan Julio**
- Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- Especialidad del validador: Hidrología Ambiental
- Nombre de Instrumento: Ficha de registro del estado de la muestra
- Título de Investigación: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*
- Autores del Instrumento: García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 03/11 / 2020

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Ordoñez Gálvez Juan Julio**
- Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- Especialidad del validador: Hidrología Ambiental
- Nombre de Instrumento: Ficha de registro diario del crecimiento de la *Arthrospira platensis*
- Título de Investigación: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*
- Autores del Instrumento: García Céspedes Evelyn Sofía / Hinojo Vásquez Alex Jhonson

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90%

Lima, 03/11/ 2020

 Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Ordoñez Gálvez Juan Julio**
- Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- Especialidad del validador: Hidrología Ambiental
- Nombre de Instrumento: Ficha de registro diario del tiempo de contacto de la muestra con la solución acuosa
- Título de Investigación: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*
- Autores del Instrumento: García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90%

Lima, 03/11/2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Ordoñez Gálvez Juan Julio**
- Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- Especialidad del validador: Hidrología Ambiental
- Nombre de Instrumento: Ficha del registro de datos obtenidos del laboratorio
- Título de Investigación: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*
- Autores del Instrumento: García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

x

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 03/11/ 2020

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Cabrera Carranza Carlos Francisco**
- Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
- Especialidad del validador:
- Nombre de Instrumento: **Ficha de registro del estado de la muestra**
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

 SI

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 02 de noviembre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 46572. DNI 17402784

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Cabrera Carranza Carlos Francisco**
- Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
- Especialidad del validador:
- Nombre de Instrumento: **Ficha de registro diario del crecimiento de la *Arthrospira platensis***
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofía / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 46572 DNI: 17402784



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Cabrera Carranza Carlos Francisco**
- Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
- Especialidad del validador:
- Nombre de Instrumento: **Ficha de registro diario del tiempo de contacto de la muestra con la solución acuosa**
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Sí

90 %

Lima, 02 de noviembre del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 46572 . DNI. 17402784

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Cabrera Carranza Carlos Francisco**
- Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- Especialidad del validador:
- Nombre de Instrumento: Ficha del registro de datos obtenidos del laboratorio
- Título de Investigación: Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis*
- Autores del Instrumento: García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

 SI
 NO

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 02 de noviembre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 46572 DNI 17402784

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales**
- Cargo e institución donde labora: DTC-ucv
- Especialidad del validador: Docente investigador/ing. Químico/Gestión ambiental
- Nombre de Instrumento: **Ficha 1. Registro del estado de la muestra**
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofía / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

SI

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 12/11 del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales**
- Cargo e institución donde labora: DTC-UCV
- Especialidad del validador: Docente investigador/ing. Químico/Gestión ambiental
- Nombre de Instrumento: **Ficha 2. Registro diario del crecimiento de la *Arthrospira platensis***
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofía / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

 SI

 NO

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 12/11/ del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales**
- Cargo e institución donde labora: DTC-UCV
- Especialidad del validador: Docente investigador/ing. Químico/Gestión ambiental
- Nombre de Instrumento: **Ficha 3. Registro del Tiempo de contacto de la muestra con la solución acuosa**
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofia / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

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

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 12/11/ del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

- Apellidos y Nombres del validador: **Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales**
- Cargo e institución donde labora: DTC-UCV
- Especialidad del validador: Docente investigador/ing. Químico/Gestión ambiental
- Nombre de Instrumento: **Ficha 4. Registro de datos obtenidos del laboratorio**
- Título de Investigación: **Biosorción de Metales pesados en pilas alcalinas utilizando la *Arthrospira platensis***
- Autores del Instrumento: **García Céspedes Evelyn Sofía / Hinojo Vásquez Alex Jhonson**

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

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

- PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 12/11/ del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP. 71998

Anexo 3. Resultado de la concentración inicial de los metales pesados



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



INFORME DE ENSAYO N° 000069302

CLIENTE: ALEX HINOJO VASQUEZ
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: M1
CÓDIGO TYPESA: 000063386

MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006572
Muestreo realizado por TYPESA.
Peso: 7.30 gr
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06 Rev.0 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: LOS OLIVOS
FECHA DE TOMA: 11/06/2021 02:00:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 11/06/2021

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 11/06/2021 - 23/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Manganeso	mg/kg	580381	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	< 0.0159	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0159

Callao, 23 de Junio de 2021



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

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

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

NOTA:

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

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Deza, 269, Callao. Telef 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

MC2301-1

1/1

Anexo 4. Resultados de la concentración final de los metales pesados



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



INFORME DE ENSAYO N° 000069519

CLIENTE: ALEX HINOJO VASQUEZ
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: P1
CÓDIGO TYPESA: 000063516

MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006572
Muestreo realizado por TYPESA.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06 Rev.0 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:
FECHA DE TOMA: 16/06/2021 02:19:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 16/06/2021

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 16/06/2021 - 28/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Manganeso	mg/kg	552694	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	< 0.0159	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0159

Callao, 28 de Junio de 2021



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

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

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

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typesa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000069517

CUENTE: ALEX HINOJO VASQUEZ
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: P2
CÓDIGO TYPSA: 000063514

MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006572
Muestreo realizado por TYPSA.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06 Rev.0 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:
FECHA DE TOMA: 16/06/2021 02:19:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 16/06/2021

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 16/06/2021 - 28/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Manganeso	mg/kg	545377	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	< 0.0159	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0159

Callao, 28 de Junio de 2021



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

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

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

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 209. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000069520

CUENTE: ALEX HINOJO VASQUEZ
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: P3
CÓDIGO TYPSA: 000063517

MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006572
Muestreo realizado por TYPSA.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06 Rev.0 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:
FECHA DE TOMA: 16/06/2021 02:19:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 16/06/2021

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 16/06/2021 - 28/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Manganeso	mg/kg	538462	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	< 0.0159	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0159

Callao, 28 de Junio de 2021



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

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

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

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 209. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000069518

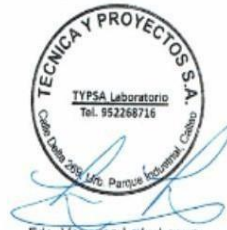
CLIENTE: ALEX HINOJO VASQUEZ
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: P4
CÓDIGO TYPSA: 000063515

MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006572
Muestreo realizado por TYPSA.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06 Rev.0 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:
FECHA DE TOMA: 16/06/2021 02:19:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 16/06/2021

FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 16/06/2021 - 28/06/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Manganeso	mg/kg	535748	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	< 0.0159	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1 January 1998	ICP-MS	0.0159

Callao, 28 de Junio de 2021



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

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

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

NOTA:

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

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 209. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

ANEXO 5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

ENSAYO N° 0085-2021				
INFORME DE RESULTADOS				


Dirección:	LIMA
Tipo de Ensayo:	Físico-químico
Descripción de la Muestra:	Cepa proveniente de Ica
Muestra tomada por:	Evelyn Sofia García Céspedes - Alex Jhonson Hinojo Vásquez
Fecha de ingreso de muestra:	Lima, 16 de Junio del 2021

pH				
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas	Unidad de medida	Resultados
MUESTRA - 100 ml	Muestra	Norte		9.41
		Este		
MUESTRA - 200 ml	Muestra	Norte		9.55
		Este		
MUESTRA - 300 ml	Muestra	Norte		10.14
		Este		
MUESTRA - 400 ml	Muestra	Norte		10.57
		Este		

Temperatura				
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas	Unidad de medida	Resultados
MUESTRA - 100 ml	Muestra	Norte	°C	27.12
		Este		
MUESTRA - 200 ml	Muestra	Norte	°C	27.18
		Este		
MUESTRA - 300 ml	Muestra	Norte	°C	27.58
		Este		
MUESTRA - 400 ml	Muestra	Norte	°C	27.84
		Este		

Turbidez				
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas	Unidad de medida	Resultados
MUESTRA - 100 ml	Muestra	Norte	NTU	2.01
		Este		
MUESTRA - 200 ml	Muestra	Norte	NTU	2.01
		Este		
MUESTRA - 300 ml	Muestra	Norte	NTU	2.03
		Este		
MUESTRA - 400 ml	Muestra	Norte	NTU	2.01
		Este		

Metodología de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.
 Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 CANCELA A LA NMX-AA-012-1980
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B


ESTEFANY GLADYS
TEODORO VARA
INGENIERA QUÍMICA
Reg. CIP N° 141142