



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Remoción de Mercurio y Zinc con carbón activado de semillas de
Helianthus annuus en el Humedal de Ventanilla, Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Cabrera Ttica, Kenyi Roberto (orcid.org/0000-0001-7058-2497)
Chero Alban, Daniela Irene Rene (orcid.org/0000-0002-9377-6718)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres; por ser nuestro modelo a seguir y enseñarnos a perseguir nuestras metas a pesar de los tropiezos y caídas, sin rendirnos; pero sobre todo dedicado a la vida por darnos la oportunidad de gozar de ella y por ponernos de rodillas siempre ante sus pruebas y golpes, para hacernos más fuertes ante cada día y seguir dándole frente a cada instante dejando todo en cada acción y paso que daremos hasta dejar nuestro último aliento

“Cabrerá Ttica, Kenyi Roberto y Chero Albán, Daniela Irene Rene”

Agradecimiento

Agradecer a Dios, pues es el quien nos dirigió a cada instante en este trabajo mostrándonos el camino correcto, guiándonos en cada uno de nuestros pasos.

A cada uno de nuestros asesores y docentes, por el apoyo incondicional brindándonos su conocimiento. Así mismo, por el aliento a no rendirnos y por mostrarnos su orgullo de ser un estudiante capaz de escuchar sus consejos para superarnos como persona y profesional.

A nuestros padres, por su esfuerzo en brindarnos la oportunidad de desarrollarnos profesionalmente, por darnos su apoyo incondicional y confiar en nosotros. De la misma manera, a todos nuestros familiares por su apoyo moral.

“Cabrera Ttica, Kenyi Roberto y Chero Albán, Daniela Irene Rene”

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación..... | 11 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 11 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 13 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos | 13 |
| 3.5. Procedimiento | 14 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 18 |
| 3.7. Aspectos éticos | 18 |
| IV. RESULTADOS | 19 |
| V. DISCUSIÓN..... | 32 |
| VI. CONCLUSIONES | 39 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 40 |
| REFERENCIAS | 41 |
| ANEXOS..... | 50 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Características físicas antes y después del tratamiento | 22 |
| Tabla 2: Características químicas antes y después del tratamiento | 24 |
| Tabla 3: Características biológica antes y después del tratamiento | 27 |
| Tabla 4: Concentraciones de mercurio y zinc en el agua tratada | 28 |
| Tabla 5: Porcentaje de disminución de concentración de mercurio y zinc | 30 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Parte del humedal de ventanilla | 14 |
| Figura 2: Ubicación del área de estudio y extracción de muestras de agua. | 15 |
| Figura 3: Semillas de <i>Helianthus annuus</i> | 16 |
| Figura 4: Tostado de semillas | 16 |
| Figura 5: Muestras de carbón activado por gr | 17 |
| Figura 6: Flujograma del procedimiento de investigación | 18 |
| Figura 7: Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> | 19 |
| Figura 8: Insumos y equipos usados en laboratorio | 20 |
| Figura 9: Pesado de muestras de carbón activado | 21 |
| Figura 10: Colocación de carbón activado y agua contaminado dividido en 3 tratamientos | 21 |
| Figura 11: Filtración de agua contaminada | 22 |
| Figura 12: Turbidez del agua antes y después del tratamiento con carbón activado | 23 |
| Figura 13: Conductividad eléctrica del agua antes y después del tratamiento con carbón activado..... | 23 |
| Figura 14: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) antes y después del tratamiento con carbón activado | 24 |
| Figura 15: Demanda química de oxígeno (DQO) antes y después del tratamiento con carbón activado | 25 |
| Figura 16: Nivel de pH antes y después del tratamiento con carbón activado | 26 |
| Figura 17: Coliformes termotolerantes antes y después del tratamiento con carbón activado | 27 |
| Figura 19: Concentración de mercurio antes y después del tratamiento con carbón activado | 28 |
| Figura 20: Concentración de Zinc antes y después del tratamiento con carbón activado | 29 |
| Figura 21: Porcentaje de disminución de mercurio..... | 30 |
| Figura 22: Porcentaje de disminución de Zinc..... | 31 |

Resumen

En el reciente estudio tuvo como objetivo evaluar la remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en humedales del distrito de Ventanilla, El tipo de investigación fue aplicada con diseño experimental. Los resultados del proceso y temperatura de elaboración de carbón activado de *Helianthus Annus* se necesitó un 1kg de esta semilla, la cual fue tostada a 250°C, por un tiempo de 12 horas para obtener el producto final. La cantidad específica de carbón activado fue de 20gr/L, 30gr/L y 40 gr/L. Se determinó las características físicas como: turbidez con 6.36 NTU, la conductividad eléctrica con 26.100 μ S/cm. Las características químicas, el DBO con 20.5 mg/L, la DQO con 40 mg/L. Las características biológicas, en coliformes fecales termotolerantes se obtuvo un valor más bajo de 2200 NMP/100MI. La disminución de mercurio el tratamiento 1 con 20 gr/L obtuvo 57.1% superior a los demás tratamientos, en cuanto al zinc el tratamiento 2 obtuvo mejores resultados con 50.7% de disminución. Se concluyó que carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* a dosis de 20gr/L, 30gr/L y 40 gr/L lograron disminuir las concentraciones de mercurio y zinc en el agua del Humedal del distrito de Ventanilla.

Palabras clave: Carbón activado, mercurio, zinc, agua contaminada.

Abstract

In the present investigation, the objective was to evaluate the removal of mercury and zinc with activated carbon from *Helianthus annuus* seeds in wetlands of the Ventanilla district. The type of investigation was applied with an experimental design. The results of the process and temperature for the production of *Helianthus Annus* activated carbon required 1kg of this seed, which was roasted at 250°C for 12 hours to obtain the final product. The specific amount of activated carbon was 20gr/L, 30gr/L and 40gr/L. The physical characteristics were determined as: turbidity with 6.36 NTU, electrical conductivity with 26,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The chemical characteristics, the BOD with 20.5 mg/L, the COD with 40 mg/L. The biological characteristics, in thermotolerant fecal coliforms, a lower value of 2200 NMP/100MI was obtained. The decrease in mercury treatment 1 with 20 gr/L obtained 57.1% higher than the other treatments, in terms of zinc treatment 2 obtained better results with 50.7% decrease. It was concluded that activated carbon from *Helianthus annuus* seeds at doses of 20gr/L, 30gr/L and 40gr/L managed to reduce the concentrations of mercury and zinc in the water of the Ventanilla district wetland.

Keywords: Activated carbon, mercury, zinc, contaminated water.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los ecosistemas acuáticos a nivel general es inducida por el deterioro de las acciones antrópicas que se generan en las zonas costeras, por el vertimiento de desechos orgánicos e inorgánicos provenientes de la agricultura, minería y actividades portuarias, lo que representa un ultimátum inminente para las personas y el medio ambiente (Vidal et al. 2017). Las actividades antropogénicas son un tenaz ultimátum para el equilibrio de los ecosistemas ante la pena de que los sistemas acuáticos sean receptores de todos los individuos de los desechos urbanos, en su generalidad orgánica, y también de la concurrencia de nociones tóxicas, consideradas agresivas por su tenacidad en el ambiente (Reyes et al. 2020).

Los humedales naturales están bajo una gran presión debido a los niveles altos de polución de las emisiones de desechos de la urbanización (Iftikhar et al. 2019). Desafortunadamente, esta es una de las fundamentales causas de la degradación. Además de afectar los servicios y bienes ecosistémicos que brindan los humedales, estos se contaminan en cierta medida (Ali et al. 2020). Esta degradación es causada por descargas de aguas residuales industriales, municipales, mineras y agrícolas. Supera la época de natural provecho y la capacidad de carga del agua ingerida (Fajardo, 2018).

En Perú, distintas comunidades en diferentes regiones realizaron protestas señalando una fuga de agua el 16 de diciembre de 2018, debido a la carencia de cuidado y tratamiento médico a personas con metales pesados en su sangre, expresando preocupación al gobierno (Labied et al. 2018). Los relaves (un desecho tóxico del proceso minero) ingresaron al río Tingo Maigashamba. Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Gold Fields descubrió la apariencia de cobre, cromo y otros metales en varios lugares y los muestreó y analizó (Morales et al. 2018).

De igual forma, el problema de los metales pesados daña a las plantas, los recursos hídricos y los ecosistemas ambientales. Además, tiene un mayor daño en la salud de cada ser vivo (Monika et al. 2021). Esto ha sido demostrado en niños con niveles de metales pesados en sangre en el distrito de Callao de la capital peruana, con resultados que muestran una alta proporción de niños con hipertensión por plomo.

Debido a los factores que intervienen tanto dentro como fuera del hogar, estos resultados alcanzados están muy relacionados con la política pública y la contaminación que se presenta a diario en este lugar (Morales et al. 2018).

Por lo tanto, la depuración de metales pesados del agua contaminada ha recibido mucha atención en la comunidad científica de la Reserva Regional Humedales de Ventanilla (ACR) en el Estado Constitución de Callao. Los humedales son ricos en aves, plantas, mamíferos, animales nativos y otros grupos. La reserva natural tiene una superficie de 275.45 ha. La reserva fue establecida el 20 de diciembre de 2006 mediante Decreto Supremo 074-2006 AG como reserva natural regional. La administración rendirá cuentas a los gobiernos locales del Callao a través de la administración de los recursos naturales y el manejo de ambiental (Vidal et al. 2017).

Por lo tanto, el biocarbón es una de las alternativas más utilizadas en los estudios sobre la adsorción de contaminantes de MP presentes en diversas aguas contaminadas. Los adsorbentes a base de biocarbón se utilizan ampliamente en el manejo y control de aguas residuales debido a sus propiedades, a saber, alta porosidad, gran área de superficie, afinidad por los metales, modificación de la superficie, estabilidad, reciclabilidad e incluso eliminación segura. (Ali y Abbas, 2020) Por lo cual, la remoción de metales pesados (Hg y Zn) de *Helianthus annuus* en humedales de Ventanilla utilizando carbón activado surgió como una alternativa de solución para restaurar las cualidades naturales y contribuir a la salud humana y ambiental.

Seguidamente se determinó el problema general: ¿De qué manera remover mercurio y zinc con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en humedales del distrito de Ventanilla?; Seguido de los problemas específicos: PE1: ¿Cuál es el proceso y temperatura para la elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal *Helianthus annuus*?; PE2: ¿Cuál es la cantidad específica del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y zinc del agua del humedal de Ventanilla?; PE3: ¿Cuáles son las características físicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla?, PE4: ¿Cuáles son las características químicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla?, PE5: ¿Cuáles son las características biológicas iniciales y finales

del agua del humedal de Ventanilla?, PE6: ¿Cuáles son los porcentajes de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua de los humedales de Ventanilla?.

La Justificación Social, se dará a conocer a las personas la importancia de la remoción de los metales como mercurio y zinc depositados en el humedal de Ventanilla mediante la aplicación de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* por ser una de las alternativas más usadas al nivel internacional.

La Justificación Metodológica, se establecerá un nuevo diseño como alimento al mundo científico al uso del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* sobre la disminución de contaminantes como Hg y Zn presentes en los humedales de Ventanilla producto de las actividades antropogénicas.

La Justificación Económica se manifestará que el uso de carbón activado a base de las semillas de la especie vegetal *Helianthus annuus* será muy beneficioso por no requerir de mayor inversión y tendrá una mejor eficacia en absorber a los metales.

La Justificación Ambiental, se enfocará en el uso de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* como una opción para el manejo de aguas con metales pesados, ya que es una alternativa ecoamigable con el medio ambiente.

Se formula el objetivo general: Evaluar la remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en humedales del distrito de Ventanilla. Seguido de los objetivos específicos: OE1: Determinar el proceso y temperatura de elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal *Helianthus annuus*; OE2: Establecer la cantidad específica del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y zinc del humedal de Ventanilla; OE3: Determinar las características físicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla, OE4: Determinar las características químicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla, OE5: Determinar las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla, OE6: Determinar el porcentaje de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua de los humedales de Ventanilla.

Seguidamente se planteó la hipótesis general: Mediante el carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* se permitirá remover mercurio y zinc de los humedales del distrito de Ventanilla. Seguido de las hipótesis específicos: HE1: La temperatura influye en el proceso de la elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal *Helianthus annuus*; HE2: Existe una cantidad específica de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y zinc del agua del humedal de Ventanilla; HE3: Existe características físicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla, HE4: Existe características químicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla, HE5: Existe características biológicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla, HE6: Mediante el porcentaje de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua permitirán recuperar la calidad del agua de los humedales de Ventanilla.

II. MARCO TEÓRICO

Liduino et al. (2018), evaluaron el uso de la suplementación comercial con biosurfactantes en la fitorremediación de una bebida contaminada por mirasol (*Helianthus annuus* L.). Las pruebas de remediación fueron monitoreadas durante 90 días. Los mejores resultados para una supresión del 58% y el 48% en concentraciones de HTP e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH). También se logró reducir las concentraciones de los siguientes metales: Ni (41%), Cr (30%), Pb (29%) y Zn (20%). Llegaron a la conclusión de que mirasol como biosurfactante es una tecnología asesina y capaz de atacar el agua contaminada con metales pesados e hidrocarburos de petróleo.

Khalid et al. (2018), realizaron una comparación de diferentes tecnologías de remediación de agua contaminada, que fueron contaminados artificialmente por Pb, Cd, Cr y Hg. Todos los experimentos se ejecutaron a diversas concentraciones de los metales estudiados (200, 400 y 600 mg/kg⁻¹), y finalmente, se midió la concentración y especiación de los metales pesados utilizando diferentes métodos de extracción. Los resultados obtenidos mostraron que el carbón activado de *Helianthus annuu* removió Pb y Cd. Sin embargo, más del 98 % del Hg se eliminó mediante el tratamiento. Se concluyó que carbón activado de *Helianthus annuu* fue muy eficiente en eliminación de metales pesados, además de la estabilización del pH del agua y disminución de la disponibilidad de nutrientes.

Jun et al. (2018), determinaron el efecto y los mecanismos de acción del biocarbón de lichi en la remediación de Pb, Cd, As y Zn del suelo usando girasol (*Helianthus annuus*). Se añadieron diversas cantidades de biocarbón de lichi (2.5, 5 y 10%) en superficies contaminadas con metales pesados en el área minera de Shuikoushan, provincia de Hunan. La cantidad total de Cd, Pb y As acumulados en las plantas de girasol aumentó en un 22.9 – 58.9%, 15.8 – 42.3% y 67.9 – 110 %, respectivamente, en comparación con el control. En los tratamientos con biocarbón, la cantidad total de Zn acumulado en los girasoles disminuyó entre un 13.8% y un 37.2%, en comparación con el control. En conclusión, el biocarbón de lichi mejoró la remediación de suelos contaminados con metales pesados.

Baysal et al. (2018), la médula de girasol (SP), un vasto desecho agrícola, se usa aquí como material precursor para la producción de carbón activado de baja

densidad altamente poroso. El proceso de carbonización convierte el SP en finas escamas de carbono separadas de 200 nm de espesor. Se realizan dos tipos de activación química de base alcalina con KOH y NaOH para producir carbón activado (AC) basado en SP, K-SPAC y N-SPAC, respectivamente. El área de superficie BET del N-SPAC activado con NaOH se calculó como 2690 m²/g y fue mayor que el K-SPAC activado con KOH con 2090 m²/g. La máxima adsorción de N-SPAC se calculó en 965 mg/g, mientras que para K-SPAC fue de 580 mg/g. Los estudios de cinética de adsorción para N-SPAC revelaron que a una concentración inicial baja de colorante (500 mg/L), el modelo cinético de pseudo primer orden era predictivo. Por otro lado, a una alta concentración inicial de MB (1000 mg/L). En conclusión, los resultados generales sugieren que, gracias a su microestructura altamente porosa, el SP es una opción alternativa de precursor de CA renovable para aplicaciones de eliminación de colorantes.

Condor y Maza (2020), En su investigación tuvieron como pauta la asimilación de los desechos naturales como ciencia tosca para la consecución de una vela activada para mezclar molesto y enmendar el licor de Mórrope, la pauta de prospección descriptiva; la notificación fue de 500 ml de licor consumido por la ciudad de Pósitos - Mórrope y la divulgación se tomó de datos bibliográficos, donde identificaron las concentraciones molestas encontradas en Mórrope que resaltan en ECA, por lo que se plantea que el licor utilizado por la ciudad ciudad se trata con una vela de endocarpio de olivo activado ahora hecha de piel de tarro o que tiene una proporción penetrante en la eliminación de molestias, al explotar vela de endocarpio de olivo activado era 96.10% y 80% y al explotar vela de piel activada del tarro , la proporción de eliminación fue de 94% y 96.40%, por lo que concluyeron que la vela activada después del deterioro natural es valiosa para mezclar molestias en el licor.

Gutiérrez (2022), En su trabajo de investigación informa sobre la separación de pigmentos de aguas residuales por adsorción con carbón activado de residuos orgánicos. Se realizó en 3 etapas. Activación física o térmica durante 1 h en mufla C, segunda etapa se probó la adsorción de color del carbón activado derivado de cáscaras de mandarina y naranja a residuos de fibra de agua, y la etapa final caracterizó la primera. Carbón activado, los ciclos 1 y 2 se obtuvieron por

espectroscopía infrarroja, y se concluyó que el carbón activado de residuos orgánicos como cáscaras de mandarina y naranja adsorbe colorantes en efluentes textiles.

Zhou et al. (2020), determinaron la fitorremediación de metales pesados en la rotación de cultivos de girasol (*Helianthus annuus* L)-ajonjolí (*Sesamum indicum*l), se investigó la disposición de los girasoles contaminados. En pruebas de campo, la eficacia de extracción para la rotación de cultivos de girasol y sésamo fue de 0.07% para plomo (Pb). El zinc (Zn) es 1.37%. 1.10% para cobre (Cu). El cadmio (Cd) es 6.12%. Se pirolizaron tallos de girasol contaminados a diferentes temperaturas. El biocarbón producido a 300 °C se extrajo en un proceso de dos pasos (extracción ácida del biocarbón y precipitación de metales en condiciones alcalinas). A pH=1 se extrajo 65.67% de Cd y mucho potasio (K). Después de la extracción con ácido, el pH del filtrado se ajusta a 10 para precipitar los metales y separarlos de la solución rica en K. Por lo tanto, la pirólisis trata el residuo contaminado y el extracto de biocarbón se puede reutilizar para la producción de biocarbón fertilizantes. Sí, los sistemas de rotación de cultivos oleaginosos no solo generan beneficios económicos, sino que también pueden ser utilizados por agricultores locales en suelos contaminados.

Rosales y Quevedo (2019), evaluaron la filtración de la llama activada obtenida por el embrión del abrevadero para la separación de cañerías y litografía en aguas contaminadas. Para llegar a una fuente indefinida se utilizaron diferentes masas de la llama, detalladas en un espesor de líquido contaminado con caños y litografía lógica irregular. en esta prueba se trata de adsorción, siendo el utensilio adsorbente la llama activada, que tiene como preparatorio el embrión de cubeta y ácido fosfórico como agente activador, los tratamientos utilizados en la prueba fueron las diferentes masas de llama activada: 0, 0.25, 0.5, 0.75 , 1, 1.25 y 1.5 g, los cuales se utilizaron en un espesor de 500 ml de notificación de líquido contaminado, concluyendo que la multitud óptima para la eliminación de cañerías así como litografía es de 0.5 g. adquiriendo una tasa de eliminación promedio de 80.22%, la multitud óptima para eliminación de plomo es de 1.5g, moviendo 97.14%, y la multitud óptima para remoción de litografía es de 0.25g, excluyendo 72%.

Farid et al. (2018), se realizó para investigar la posibilidad del ácido glutámico (GA) en la mejora de la fitoextracción de plata (Ag) en girasol (*Helianthus annuus* L.). Se suministraron diferentes concentraciones de Ag y GA en forma de solución en diferentes combinaciones después de intervalos definidos. La adición de AG mejoró la acumulación de Ag en las raíces de girasol en un 70, 79, 58 y 66 % con tratamientos de Ag de 0, 100, 250 y 500 μ M, respectivamente, en comparación con las plantas de control. En conclusión, los resultados mostraron que Ag redujo significativamente los atributos fisiológicos y bioquímicos en términos de crecimiento reducido de girasol y la adición de GA alivió la toxicidad inducida por Ag y mejoró la absorción de Ag.

Zhang et al. (2018) Se llevó a cabo un experimento en macetas de 8 semanas para investigar el crecimiento y las respuestas del girasol (*Helianthus annuus* L.) a las inoculaciones fúngicas de micorrizas arbusculares (AM) en un suelo muy contaminado con metales pesados (HM) y un suelo ligeramente enriquecido con HM. En comparación con el suelo L, el suelo H indujo concentraciones significativamente mayores ($P < 0.05$) de Cd, Cu, Pb, Cr, Zn y Ni en el girasol (excepto el Cr de la raíz y el Ni de los brotes), lo que perjudicó los pliegues laminares de los tilacoides en las hojas. Las biomásas y las concentraciones de P de los brotes y las raíces, así como las adquisiciones totales de P por maceta, se redujeron significativamente ($P < 0,05$). Esto sugiere la aplicación potencial de los hongos AM para reducir el estrés de HM y promover la fitoextracción de suelos contaminados con HM causados por el reciclaje de RAEE.

Seguidamente en relación a las bases teóricas se indican que los humedales son áreas con suelos inundados o sumergidos a largo plazo (Estrella, 2019). Aunque el término abarca una variedad amplia de ecosistemas, todos los humedales conllevan una característica básica. El agua es un factor clave que define las características vegetales, animales, físicas y sus relaciones (Batool et al. 2019).

El agua puede provenir de océanos, ríos, lluvia o aguas subterráneas. Los humedales también se caracterizan por propiedades específicas del suelo y la presencia de flora y fauna adaptadas a condiciones de inundación o períodos alternos de inundación y sequía (Jun et al. 2020). Sin embargo, como tales, los humedales no son transformaciones entre los sistemas terrestres y acuáticos, sino

que tienen características funcionales y estructurales únicas que los distinguen entre sí (Jia et al. 2019).

Es importante protegerlos por su biodiversidad. Muchas especies de vida silvestre dependen completamente de los humedales. Es un hábitat extremadamente importante para las aves migratorias como las aves y protege a las especies en extinción. Alto porcentaje de especies endémicas, algunas de las cuales no se localizan en ningún otro lugar del mundo (Kim et al. 2019).

El agua forma el 80% de la contextura de gran parte de los seres vivos y está envuelta de manera amplia y crítica en la ejecución de sus etapas metabólicas. También tienen un rol relevante en la fotosíntesis de las plantas y vale como entorno para la totalidad de los organismos (Liu et al. 2021)

También se define que el agua contaminada es el suministro de una o más de sustancias extrañas al agua que obtienen producir un gran número de efectos, entre ellas la inestabilidad en la apariencia de los seres vivos (animales, vegetación y personas) (Liu y trans, 2021)

La contaminación del agua o polución del agua es la apariencia en el agua de sustancias químicas, ingredientes tóxicos o microorganismos que alteran sus propiedades naturales y la inutilizan. Esto significa que no es apta para el consumo o el soporte vital y puede afectar los suelos y otras vías fluviales (Yu et al. 2020).

Los metales pesados son un grupo denso de elementos químicos. Por lo general, son tóxicos para los humanos, y el mercurio y el zinc se encuentran entre los que tienen más probabilidades de encontrarse en el agua (Tao et al. 2021).

Del mismo modo, el mercurio es uno de los problemas más comunes en cuerpos hídricos a nivel mundial. Una de las principales dificultades en la remoción es la alta complejidad de controlar los parámetros del suministro de agua para absorber de manera continua y económica este compuesto del agua (Qiu et al. 2021).

El zinc en el agua también reacciona y libera hidrógeno, que reanuda vigorosamente con el oxígeno. Las sales de zinc pueden causar turbidez cuando están en mayores cantidades en el agua. Además, el zinc puede dar al agua un sabor desagradable (Morales et al. 2018).

La adsorción es la causa de unión de componentes gaseosos o líquidos que migran a sustratos sólidos. Esta es una técnica eficiente para remover metales pesados que están presentes en concentraciones bajas, y las materias primas disponibles son abundantes en el ambiente (Liu y Tran, 2021). El sorbente es un factor importante. Porque su alta porosidad permite que su morfología estructural y composición de clase de reacción contenga más otros compuestos (Joseph, 2021).

La especie vegetal *Helianthus annuus*, comúnmente conocida como girasol, carambola, jacquima, caléndula, mirasol, traporote o maíz ladrillo, es una herbácea anual de la familia Asteraceae originaria de América, utilizada como alimento, ornamental y oleaginosa. Cultivado a nivel mundial (Gutiérrez, 2022).

El carbón activado o biocarbón es un elemento poroso que agarra principalmente compuestos orgánicos que esten en gases o líquidos. Lo hace con tanta eficacia que es la limpieza más utilizada por los humanos (Gupta et al. 2020).

Por otro lado, los compuestos orgánicos se forman en el proceso metabólico de los organismos vivos, y su estructura básica reside en cadenas de átomos de hidrogeno y carbono. Esto incluye todos los derivados animales y vegetales, incluidos los aceites y sus compuestos derivados (Ali et al. 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación. La investigación fue aplicada, encaminada a generar conocimiento que pueda ser aplicado directamente a problemas de la sociedad y del sector productivo (Lozada, 2014). Se eligió este tipo de estudio porque su objetivo es la remoción de metales pesados como mercurio y zinc de los humedales de Ventanilla utilizando carbón activado de las semillas de la especie de planta de *Helianthus annuus*.

Esta investigación también tuvo un enfoque cuantitativo porque es un método de investigación que describe, explica y predice fenómenos a través de datos numéricos utilizando herramientas de análisis matemático y estadístico.

Diseño de Investigación. La investigación fue un diseño experimental porque es toda una investigación realizada utilizando métodos científicos para determinar las causas y efectos de un fenómeno. De igual forma, el diseño trata de definir las variables a observar, las relaciones entre los elementos, cómo se miden las variables y cómo se analizan los datos obtenidos (Llopis, 2017).

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Metales pesados (Hg y Zn) en aguas.

Definición conceptual: El mercurio ingresa al agua como resultado de erupciones volcánicas y, lo que es más importante, está asociado con efluentes residuales de la producción de cemento, la quema de combustible, la producción de baterías y la producción de hidróxido de sodio y cloro gaseoso. Además, algunas formulaciones de pesticidas contienen mercurio. (Reyes et al. 2020). Las sales de zinc pueden causar turbidez cuando están presentes en grandes cantidades en el agua. Además, el zinc puede dar al agua un sabor desagradable. Esto ocurre a una concentración de 2 mg Zn²⁺/L. La solubilidad del zinc pende de la temperatura y el pH del agua en cuestión (Estrella, 2019).

Definición operacional: Se realizó un análisis del agua de los humedales de del distrito de Ventanilla donde se conocerán las concentraciones de los metales pesados y las características físicas, químicas y biológicas antes y después de los tratamientos con el carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.

Dimensiones: Características físicas iniciales y finales del agua, Características químicas iniciales y finales del agua, Características biológicas iniciales y finales del agua, Concentraciones iniciales y finales de Hg y Zn.

Indicadores: (temperatura, turbidez y conductividad eléctrica), (pH, DBO, DQO), (Coliformes fecales) y (Concentración iniciales y final en % de mercurio y Concentración iniciales y final en % de Zinc).

Unidad de análisis: Nominal, nominal, nominal, nominal

Variable independiente: Carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en absorción de metales.

Definición Conceptual. Es una sustancia amorfa de estructura cristalina derivada del grafito, caracterizada por un gran número de microporos (poros con un radio inferior a nanómetros), lo que facilita su uso como adsorbente debido a su área superficial muy desarrollada. También se utiliza para depurar impurezas en gases y líquidos, como adsorbente para la eliminación de diversas sustancias tóxicas (Mahardika et al. 2017).

Definición Operacional: Se aplicó las dosis en sistema de tratamiento para la absorción de metales pesados en un tiempo determinado, luego una toma de muestras para los análisis correspondientes para determinar la cantidad remoción de los metales.

Dimensiones: Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado y Dosis del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.

Indicadores: (Tiempo, temperatura, color y textura), (2 gr/L. de carbón activado, 3 gr/L. de carbón activado y 4 gr/L. de carbón activado).

Unidad de análisis: Razón, nominal.

Matriz de operacionalización véase en el Anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población estuvo constituida por todas las aguas del humedal del distrito de ventanilla.

Muestra: Estuvo compuesta por 8 litros de aguas contaminadas del humedal del distrito de ventanilla, distribuida en 4 tratamientos de 0 gr/L, 2 gr/L, 3 gr/L, 4 gr/L de acuerdo con la dosis establecida por litro de agua. Las dosis están avaladas al artículo de investigación de (Machacuay, 2020), Adsorber el plomo (II) empleando carbón activado a partir de semillas de eucalipto.

Muestreo: Se usó una prueba probabilística porque es una técnica en la que se recoge una muestra a través de un proceso que da a todos los sujetos en conjunto igualdad de oportunidades de ser elegidos.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas recolección de datos.

- Observación: Es una técnica que se usó para registrar datos en el momento de los tratamientos. Estas grabaciones se realizan a medida que los participantes se involucran en comportamientos de rutina y sirven como representantes de lo que están haciendo los participantes, en lugar de confiar completamente en los informes de los participantes sobre su comportamiento (Lozada, 2014).
- Análisis documental: Técnica que se usó a la información recolectada en base del enriquecimiento de la investigación. Ocurre cuando los investigadores examinan y extraen información de documentaciones que tienen datos sobre los participantes. Los textos revisados en una investigación pueden ser oficiales o personales (Lozada, 2014)

Instrumentos de recolección de datos.

- Ficha de recolección de datos: Son fichas que ayudaron a la recopilar los datos adquiridos mediante la observación directa del tratamiento.

Sujetan datos descriptivos mediante de estudios de campo ejecutados a través de la observación de la realidad social y natural (Rivas, 1997)

3.5. Procedimiento

3.5.1. Ubicación del experimento

- La Reserva Natural Regional Humedales de Ventanilla se encuentra ubicada en la parte centro-occidental de la región de Ventanilla (Provincia y Región Callao) y en la parte baja y centro-occidental de la cuenca del río Chillón, tal como se aprecia en la Figura 1.
- Sus límites son: Al norte Av. La Playa – Balneario Costa Azul. Al sur en la última zona de los cerros Los Perros y Collinor. Al Este, Av. Miguel Grau, separados por el asentamiento humano Defensores de la Patria. Al oeste de Ventanilla en una playa de unos 3 km de largo.

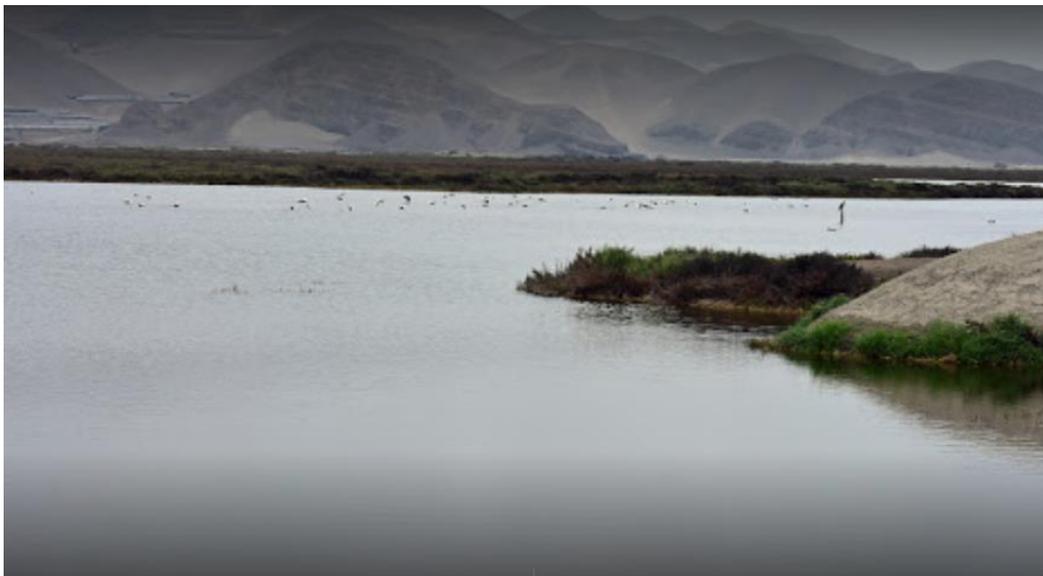


Figura 1: Parte del humedal de ventanilla

3.5.2. Etapas del procedimiento

El procedimiento de la investigación se consideró 2 fases manifestadas en las siguientes:

GABINETE INICIAL

- Se recopiló información mediante artículos verificados, revistas indexadas y tesis en base al tema de investigación.
- Reunión con especialistas ligados al tema de investigación.

- Se elaboraron los instrumentos usados en la cogida de datos al momento de los tratamientos.
- Se realizó las relaciones con el laboratorio para el proceso de tratamiento del agua contaminada.
- Análisis de laboratorio pre tratamiento a las aguas del humedal del distrito de ventanilla.
- Se determinaron las concentraciones iniciales de mercurio y zinc.

TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

- Se hizo la vista al lugar de estudio donde se llevó a cabo la aplicación de las dosis del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.
- Se realizó la toma de coordenadas del área de influencia para la ubicación geográfica, así como se muestra en la figura 2.

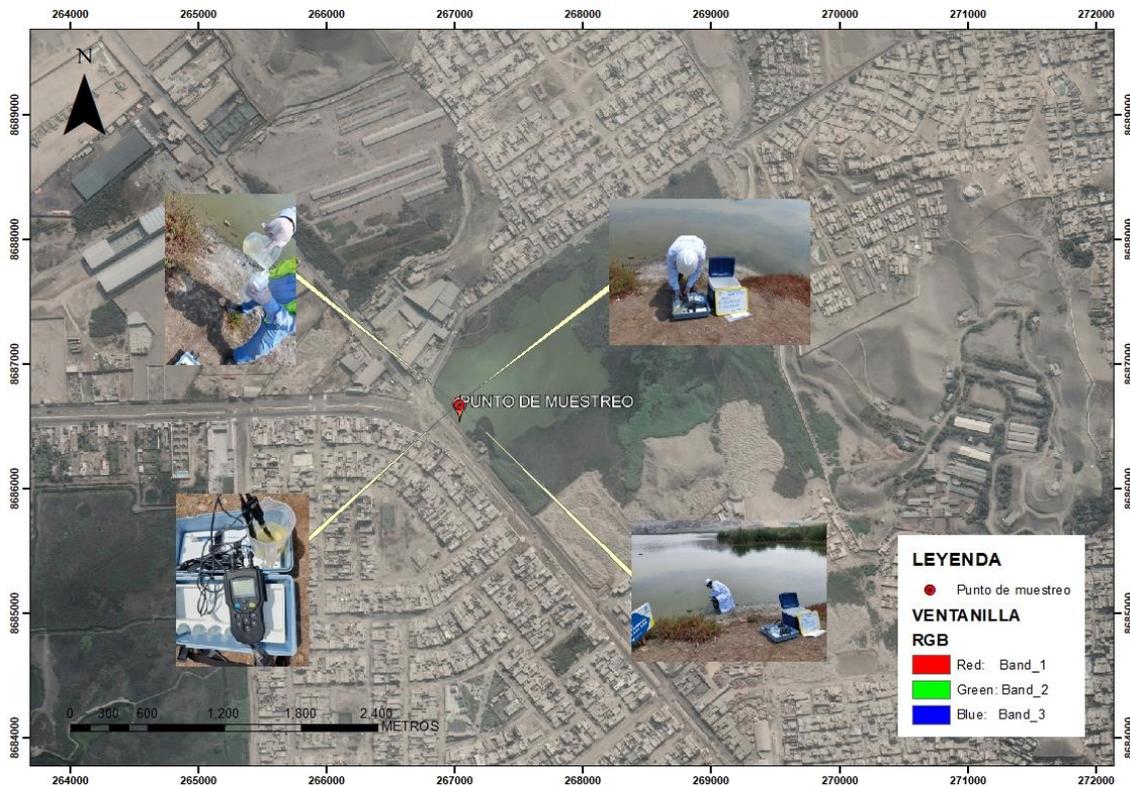


Figura 2: Ubicación del área de estudio y extracción de muestras de agua.

- Se obtuvo la materia prima para el proceso de preparación del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* (Figura 3).



Figura 3: Semillas de *Helianthus annuus*

- Se procedió a la elaboración del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* a temperaturas de 250°C, tal como se muestra en la figura 4.



Figura 4: Tostado de semillas

- Se obtuvo el carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*. (Figura 5)
- La solución resultante fue utilizada de acuerdo con las diferentes dosis propuestas en la fase experimental, para determinar la eficiencia del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.



Figura 5: Muestras de carbón activado por gr

- Se realizó la toma de muestras de las aguas de acuerdo a la resolución directoral 2163-2015/DSB/DIGESA y 2608-2015/DSB/DIGESA para aguas como protocolo para toma de muestras preservación, conservación, transporte y almacenamiento.
- Luego se recolectó las muestras de aguas que fueron aplicadas el carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*
- El sistema de tratamiento mediante el carbón activado se llevó a cabo mediante 3 bloques, los cuales constarán de 3 tratamientos con diferentes dosis, para luego determinar la eficiencia por cada aplicación de dosis.
- Tratamiento 1: 20 gr/L carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*
- Tratamiento 2: 30 gr/L carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*
- Tratamiento 3: 40 gr/L carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*
- Se realizó el control de tiempo óptimo para cada tratamiento.
- Luego se tomaron las muestras del agua después del post tratamiento las cuales se envió al laboratorio para los análisis fisicoquímicos correspondientes en base a la eficacia del efecto del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.
- Los análisis fisicoquímicos fueron realizados en laboratorios acreditado de acuerdo a las normas por la universidad.
- Se realizó las interpretaciones de los resultados.
- Se elaboró la tesis final para la presentación y el levantamiento de observaciones.
- Se realizó la entrega final de la tesis

En la Figura 6, se muestra las etapas de procedimiento que comprendieron la investigación:

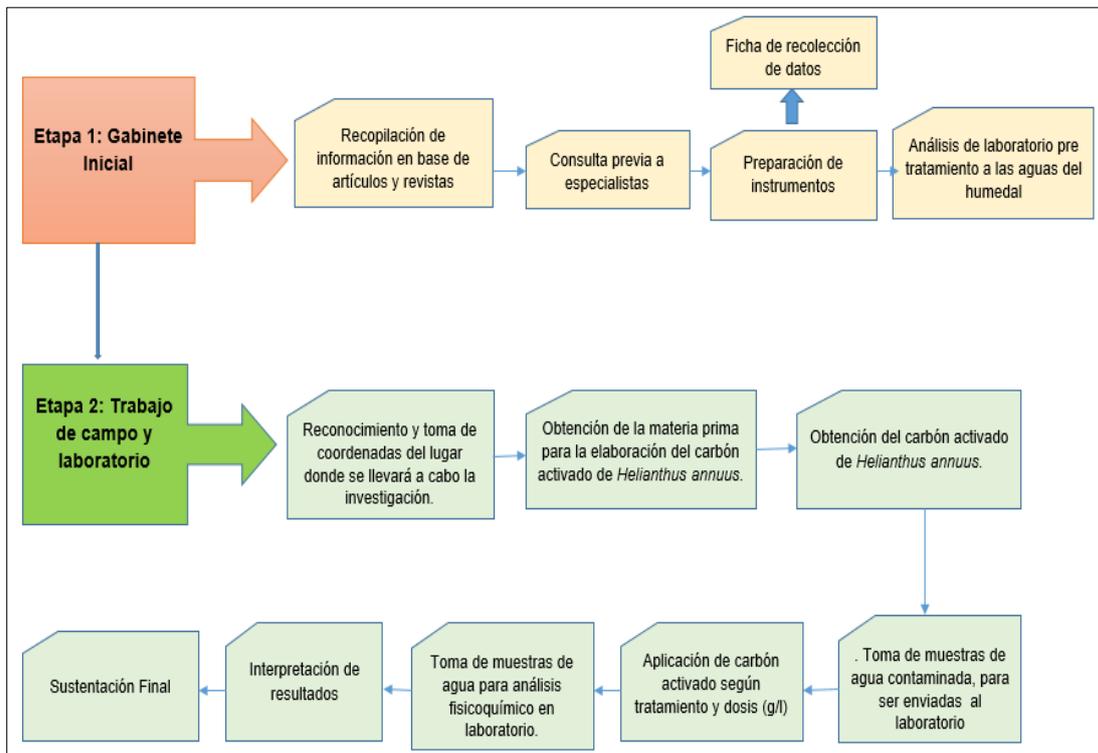


Figura 6: Flujograma del procedimiento de investigación

3.6. Método de análisis de datos

El trabajo de investigación se planteó bajo el diseño estadístico SSPS-25 de los 3 tratamientos con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* de 2 litros de agua contaminada del humedal del distrito de Ventanilla, en base a 3 unidades experimentales para posterior análisis en laboratorio.

3.7. Aspectos éticos

Vale la pena señalar que, en el lugar de trabajo actual, la ética y la integridad son una parte importante de este trabajo. Esto le permite probar la autenticidad y exactitud de su información de acuerdo con nuestro Código de Ética, art. 15, Política de Plagio de Investigación de la Universidad César Vallejo, adoptado por resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017-UCV del 23 de mayo de 2017. Ha sido analizado e interpretado por las referencias citadas e incluidas de acuerdo con la norma ISO 690-2 para Honor a los autores de los trabajos de investigación revisados.

IV. RESULTADOS

4.1. Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal *Helianthus annuus*

Para la obtención de carbón activado se realizaron diferentes etapas, tal como se muestra en la Figura 7:

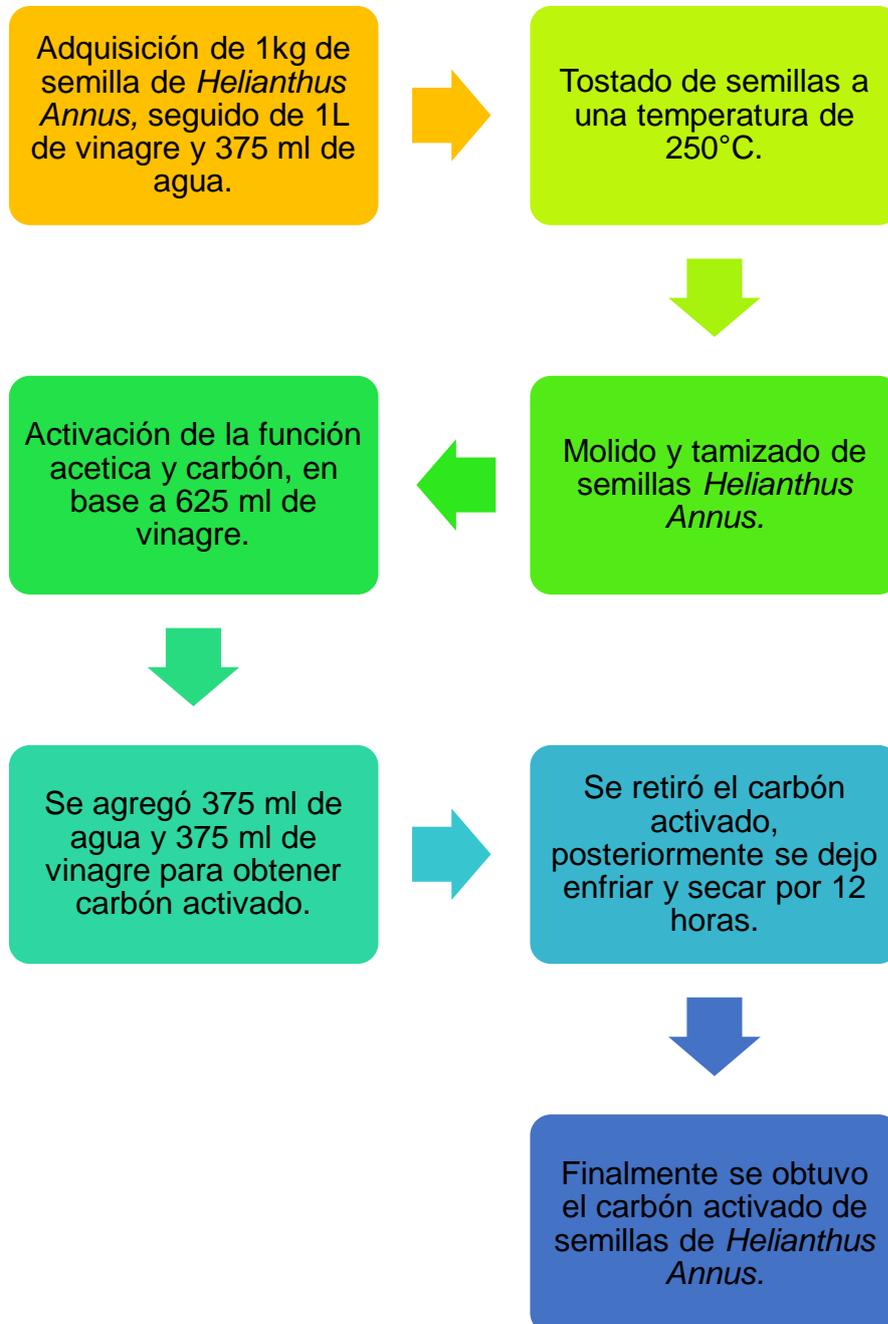


Figura 7: Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*

4.2. Cantidad específica del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y zinc del humedal de Ventanilla

Se determinó la cantidad específica de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en la remoción de mercurio y zinc, donde se realizó cada procedimiento mediante pasos, para ello se contó con los siguientes insumos y equipos, tales como el carbón activado de *Helianthus annuus*, papel filtro, agua contaminada del Humedal del distrito de Ventanilla, embudo de laboratorio, frascos, papel aluminio y balanza analítica, así se demuestra en la figura 8.



Figura 8: Insumos y equipos usados en laboratorio

Luego se procedió a pesar en la balanza analítica cada las muestras de carbón activado en 20 gr, 30 gr y 40 gr, para luego ser colocados en los frascos, tal como se manifiesta en la Figura 9.

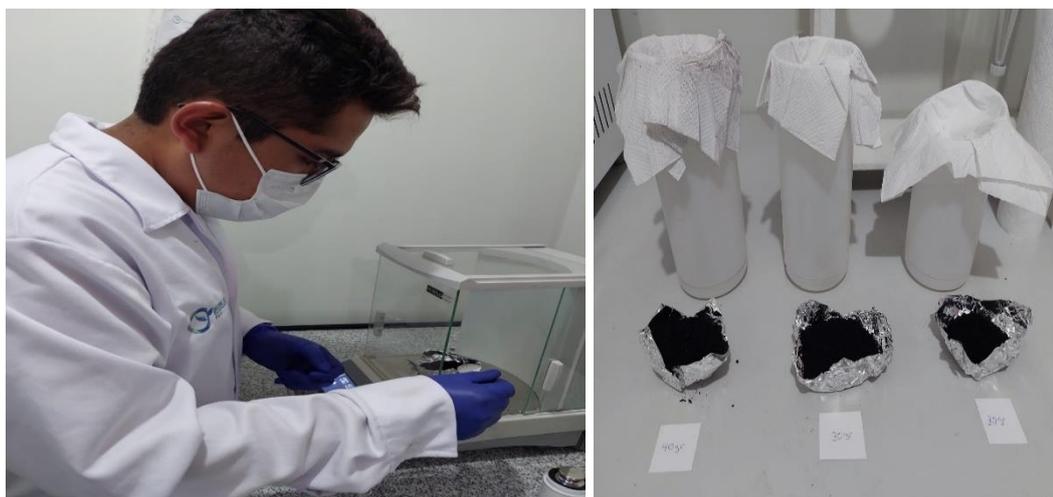


Figura 9: Pesado de muestras de carbón activado

Se procedió a colocar el carbón activado en cada envase con papel filtro. Se echó agua 200ml de agua contaminada por 20 gr de carbón, 300 ml de agua contaminada de agua por 30 gr y 400ml de agua contaminada por 40 gr, así se demuestra en la figura 10.



Figura 10: Colocación de carbón activado y agua contaminado dividido en 3 tratamientos

Por último, se procedió a dejar que el agua filtre de 10 a 15 min, para posteriormente analizar la eficiencia del carbón activado mediante análisis de laboratorio, tal como se muestra en la figura 11.



Figura 11: Filtración de agua contaminada

De acuerdo a las dosis establecidas se han determinado diversos resultados, los cuales están representados en las tablas 1 y 2.

4.3. Características físicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla.

Las características físicas iniciales y finales del agua del humedal Ventanilla mediante el tratamiento con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, se obtuvo los siguientes resultados (tabla 1):

Tabla 1: Características físicas antes y después del tratamiento

| Tratamientos | Turbidez (NTU) | Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) |
|-----------------------------|-----------------------|---|
| T0: Sin tratar | 6.36 | 26300 |
| T1 | 25 | 26100 |
| T2 | 32 | 28500 |
| T3 | 42 | 28900 |
| ECA para agua - Categoría 4 | No aplica | 1000 |

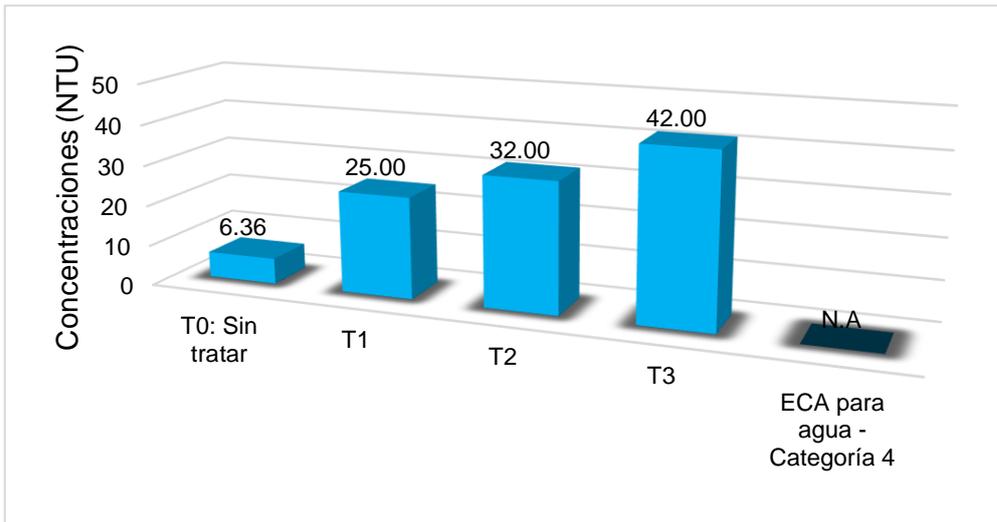


Figura 12: Turbidez del agua antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 12, la concentración de la turbidez del agua antes del tratamiento con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, tuvo un valor de 6.36 NTU, posteriormente con el tratamiento 1, con una dosis de 20 gr/L llegando a una concentración de 25.00 NTU, seguido del tratamiento 2, a la dosis de 30 gr/L alcanzó una concentración de 32,00 NTU y en el tratamiento 3, a la dosis de 40 gr/L alcanzó una concentración de 42,00 NTU. Respecto al valor dado por la ECA - Categoría 4 que incluye Lagos y lagunas, no se aplica la característica o parámetro de Turbidez. En cuanto a los valores, estos aumentaron debido a la dosis de carbón activado, es decir, a mayor dosis de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, mayor turbidez.

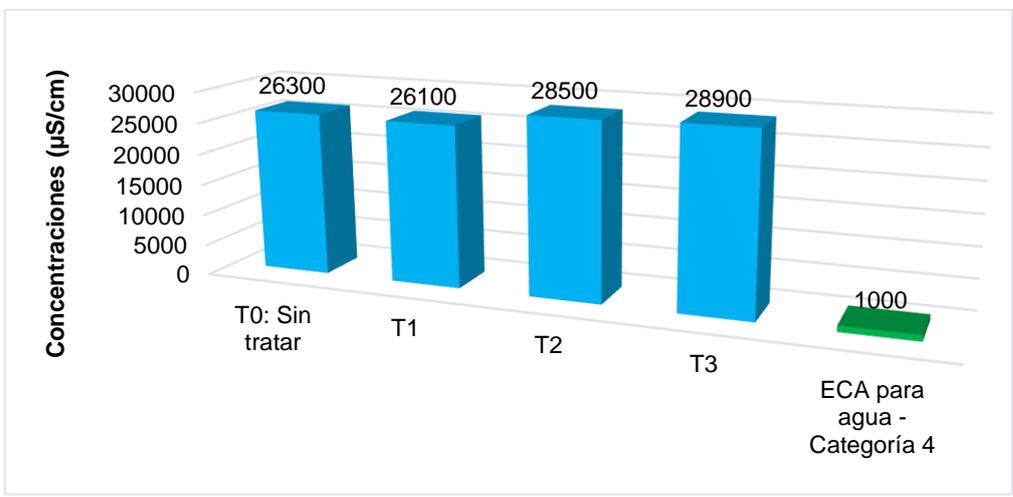


Figura 13: Conductividad eléctrica del agua antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 13, la concentración de conductividad eléctrica, en T0: sin tratar se logró un resultado de 26.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido del tratamiento 1 con 20 gr/L se logró una concentración de 26.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el tratamiento 2 a una dosis de 30 gr/L logró una concentración de 28.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el tratamiento 3 con una dosis de 40 gr/L se consiguió una concentración de 28.900 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos valores, en comparación con el valor dado por las Normas de ECA del agua - Categoría 4, que es de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en cada tratamiento superó lo establecido, considerando que T1 con 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó disminuir en comparación con el control.

4.4. Características químicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla

Las características químicas iniciales y finales del agua del humedal Ventanilla mediante el tratamiento con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, se obtuvo los siguientes resultados (tabla 2):

Tabla 2: Características químicas antes y después del tratamiento

| Tratamientos | DBO (mg/L) | DQO (mg/L) | pH |
|-----------------------------|------------|------------|------|
| T0: Sin tratar | 22 | 49 | 9.25 |
| T1 | 21 | 48 | 6.55 |
| T2 | 20.5 | 40 | 7.21 |
| T3 | 22 | 44 | 5.5 |
| ECA para agua - Categoría 4 | 5 | No aplica | 6.5 |

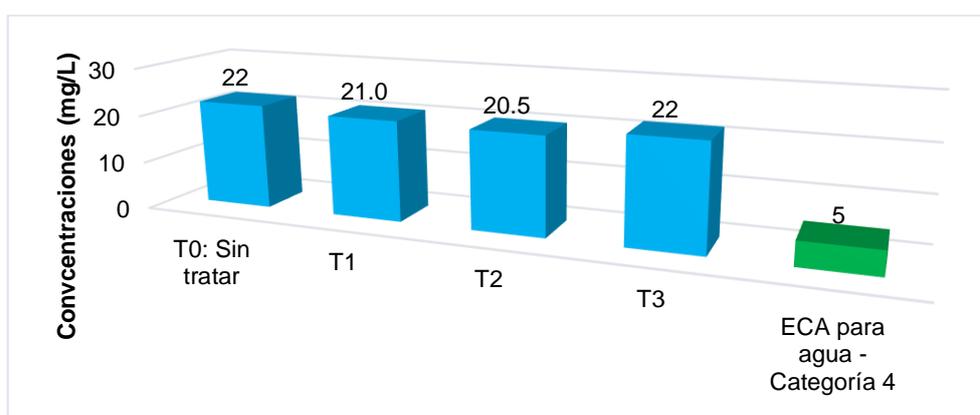


Figura 14: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 14, la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), en T0: sin tratar se logró un resultado de 22 mg/L seguido del tratamiento 1 con 20 gr/L se logró una concentración de 21.0 mg/L, en el tratamiento 2 con 30 gr/L obtuvo una concentración de 20.5 mg/L y en el tratamiento 3 con 40 gr/L se consiguió una concentración de 22 mg/L. Estos valores, en comparación con el valor dado por las Normas de Estándares de Calidad Ambiental del Agua - Categoría 4, que es de 5 mg/L, en cada tratamiento superó lo establecido, considerando que T2 con 30 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó disminuir mejor en comparación con el control T0.

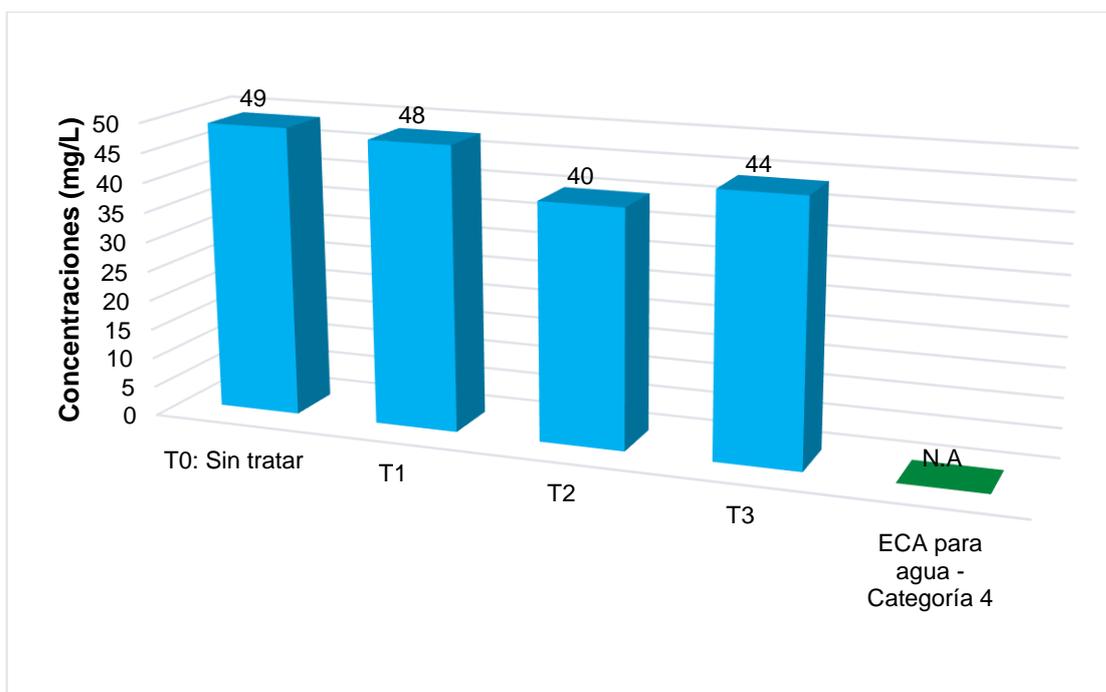


Figura 15: Demanda química de oxígeno (DQO) antes y después del tratamiento con carbón activado

De acuerdo a la figura 15, la demanda química de oxígeno (DQO) presente en el agua del Humedal Ventanilla, en T0: sin tratar se encontró el valor de 49 mg/L, seguido del tratamiento 1 donde se aplicó una dosis de 20gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, alcanzando un valor de 48mg/L, seguido del tratamiento 2, con 30gr/L de carbón activado, obteniendo una concentración de 40 mg/L y en el tratamiento 4, con 40 gr/L de carbón activado, logrando una concentración de 44 mg/L, que al relacionarse con el valor dado por el ECA para agua categoría 4, no aplica el parámetro DQO. , pero considerando que en el tratamiento 2 con 30 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, se

notó una diferencia significativa en la disminución de la concentración respecto al T0: sin tratamiento.

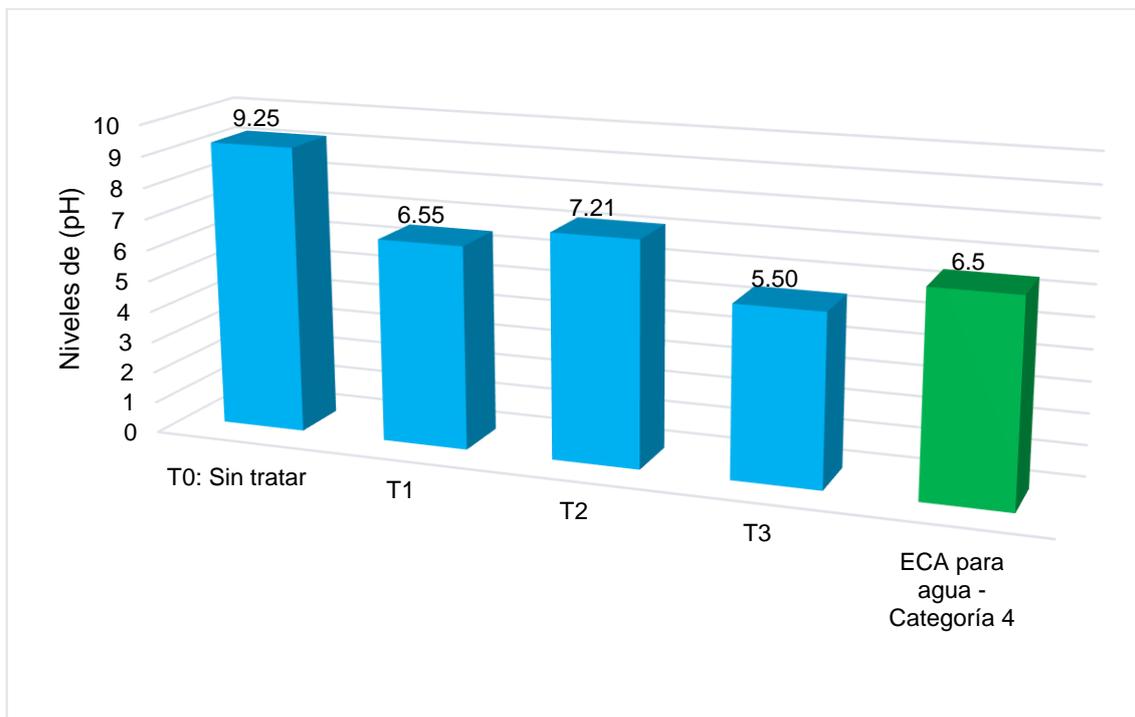


Figura 16: Nivel de pH antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 16, en pH presente en el agua del humedal Ventanilla, en T0: sin tratar se encontró el valor de 9.25, seguido del tratamiento 1 donde se utilizó una dosis de 20gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*. alcanzando un valor de 6,55, seguido del tratamiento 2, con 30 gr/L de carbón activado, logrando una concentración de 7,21 y en el tratamiento 3, con 40 gr/L de carbón activado, logrando una concentración de 5,5., que al relacionarlo con el valor dado por el ECA para agua categoría 4, el parámetro de pH es de 6.5, considerando que en T1 a una dosis de 20 gr/L y T2 con 30 gr/L de carbón activado de *Helianthus annuus* semillas, se notó una diferencia significativa en la estabilización del pH permitido por el ECA en comparación con T0: sin tratar, que estuvo muy alcalino, y T4, que estuvo muy ácido.

4.5. Características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla

Las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal Ventanilla mediante el tratamiento con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, se obtuvo los siguientes resultados mostrados en la (tabla 3):

Tabla 3: Características biológica antes y después del tratamiento

| Tratamientos | Coliformes fecales (Termotolerantes) (NMP/100mL) |
|-----------------------------|--|
| T0: Sin tratar | 2500 |
| T1 | 2800 |
| T2 | 2200 |
| T3 | 2400 |
| ECA para agua - Categoría 4 | 1000 |

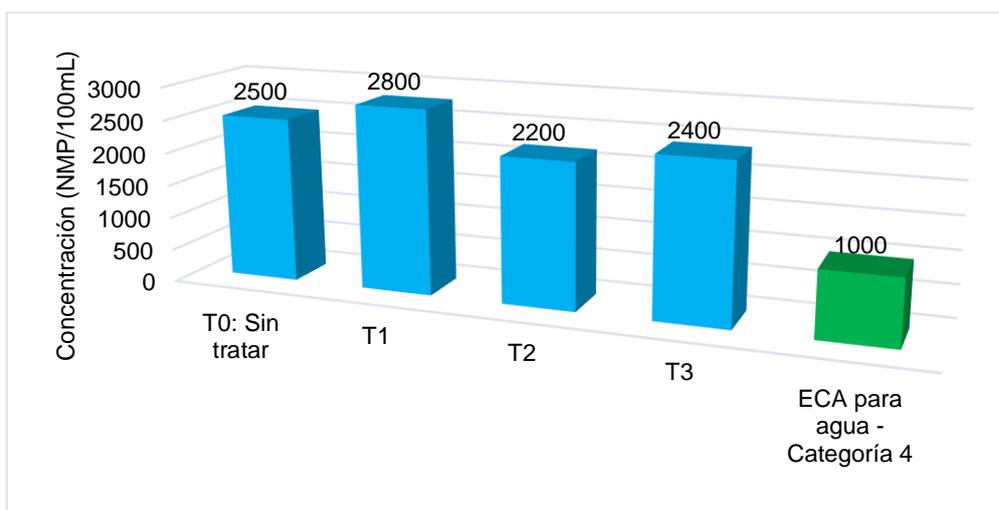


Figura 17: Coliformes termotolerantes antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 17, la concentración de coliformes fecales termotolerantes presentes en el agua del Humedal Ventanilla, para el tratamiento T0: sin tratar se obtuvo un valor de 2500 NMP/100mL, luego de lo cual se realizó el tratamiento 1 con una dosis de 20gr/L de carbón activado obteniendo una concentración de 2800 NMP/100mL, seguido del tratamiento 2 con una dosis de 30 gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 2200 NMP/100mL y en el tratamiento 3 con 40

gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 2400 NMP/100MI, valores que se compararon con la concentración dada en el ECA de agua, categoría 4, en el cual tiene un valor de 1000 NMP/100mL, donde se prolonga que en cada uno de los valores superó lo permitido, determinando que la concentración de coliformes fecales es mayor y considerando que T2 con una dosis de 30 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* disminuyó en pequeños rasgos en comparación con los valores de T0: sin tratar.

4.6. Porcentaje de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en los humedales de Ventanilla por carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*.

Según los tratamientos realizados con carbón activado de *Helianthus annuus*, se han obtenido diferentes resultados de acuerdo a la dosis dada en mg/L, estas concentraciones se mostraron a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: Concentraciones de mercurio y zinc en el agua tratada

| Tratamientos | Mercurio (mg/L) | Zinc (mg/L) |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| T0: Sin tratar | 0.007 | 0.1031 |
| T1 | 0.00300 | 0.05440 |
| T2 | 0.00320 | 0.05080 |
| T3 | 0.00360 | 0.04088 |
| ECA para agua - Categoría 4 | 0.0001 | 0.12 |

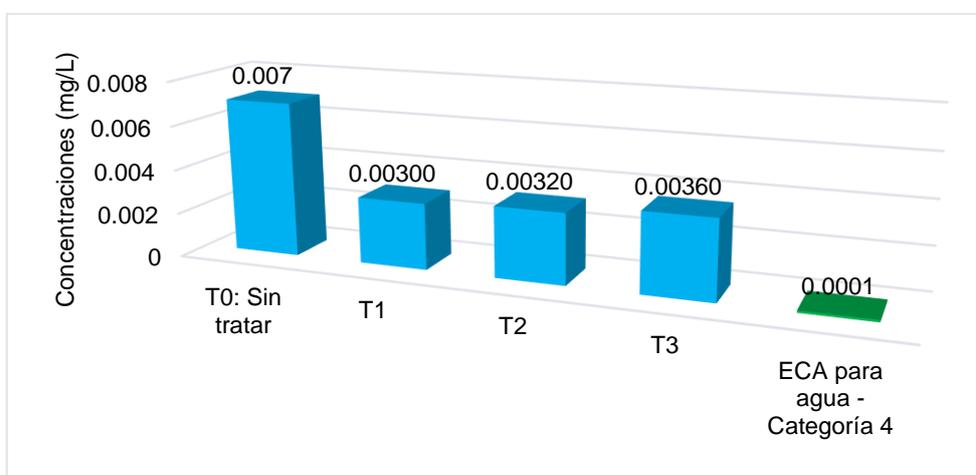


Figura 18: Concentración de mercurio antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 19, la concentración de mercurio presentes en el agua del Humedal Ventanilla, para el tratamiento T0: sin tratar se obtuvo un valor de 0.007 mg/L, luego de lo cual se realizó el tratamiento 1 con una dosis de 20gr/L de carbón activado obteniendo una concentración de 0.00300 mg/L, seguido del tratamiento 2 con 30 gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 0.00320 mg/L y en el tratamiento 3 con 40 gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 0.00360 mg/L, valores que se compararon con la concentración dada en el ECA de agua, categoría 4, en el cual tiene un valor de 0.0001, donde se estableció que en cada uno de los valores superó lo permitido, determinando que las concentraciones de mercurio fueron mayor y considerando que T1 con 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* disminuyó ligeramente los valores del mercurio en comparación con los valores de T0: sin tratar.

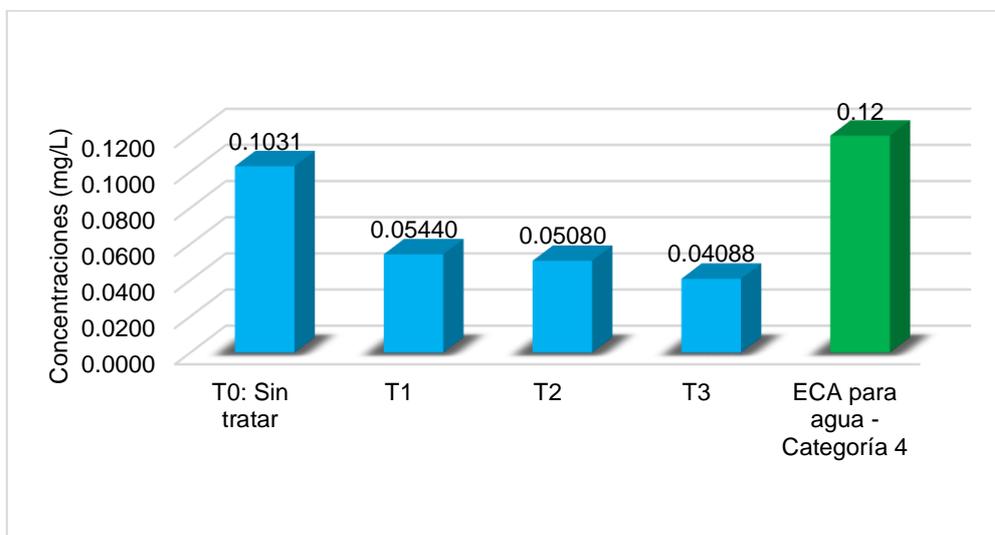


Figura 19: Concentración de Zinc antes y después del tratamiento con carbón activado

En la figura 20, la concentración de zinc presentes en el agua del Humedal Ventanilla, para el tratamiento T0: sin tratar se obtuvo un valor de 0.1031 mg/L, luego de lo cual se realizó el tratamiento 1 con una dosis de 20gr/L de carbón activado obteniendo una concentración de 0.05440 mg/L, seguido del tratamiento 2 con 30 gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 0.05080 mg/L y en el tratamiento 3 con 40 gr/L de carbón activado alcanzando una concentración de 0.04088 mg/L, valores que se compararon con la concentración dada en el ECA de agua, categoría 4, en el cual tiene un valor de 0.12, donde se estableció que en cada uno de los valores no superaron lo permitido, determinando que las

concentraciones de zinc fueron menores y considerando que T3 con una dosis de 40 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* disminuyó ligeramente los valores del zinc en comparación con los valores de T0: sin tratar.

Seguidamente se determinó el porcentaje de disminución de las concentraciones de metales pesados mercurio y zinc, calculando mediante la siguiente formula, donde se indica la concentración inicial y final tanto de mercurio y zinc por separado, esta se muestra a continuación:

$$\frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100 \quad (1)$$

En la tabla 5 se muestran los porcentajes de disminución de mercurio y zinc presentes en aguas del Humedal de Ventanilla, según el tratamiento y dosis realizado.

Tabla 5: Porcentaje de disminución de concentración de mercurio y zinc

| Tratamientos | Mercurio (%) | Zinc (%) |
|--------------|--------------|----------|
| T1 | 57.1 | 47.2 |
| T2 | 54.3 | 50.7 |
| T3 | 48.60 | 60.3 |

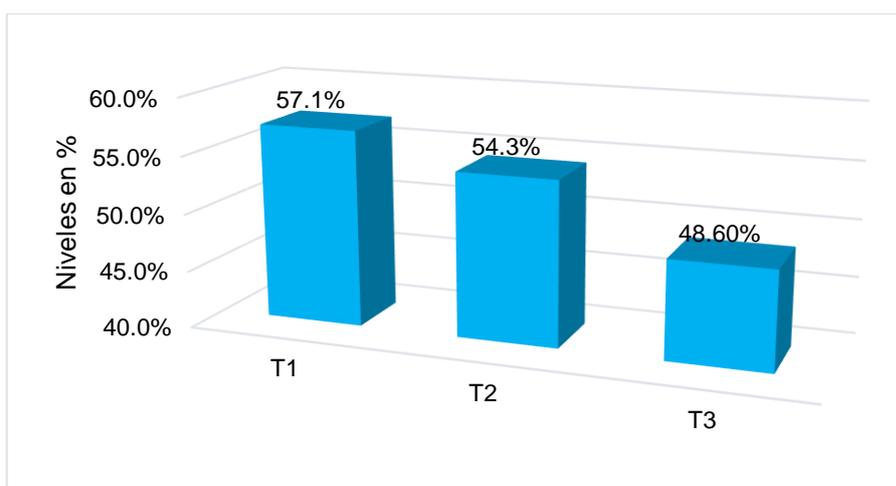


Figura 20: Porcentaje de disminución de mercurio

En la Figura 21 se estableció el porcentaje de mercurio disminuido, donde en el tratamiento 1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus*

annuus se alcanzó un porcentaje de 57.1%, superior al tratamiento 2 de 54.3% y al tratamiento 3 de 48.6 %., considerando que el T1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó el mayor porcentaje de remoción de mercurio.

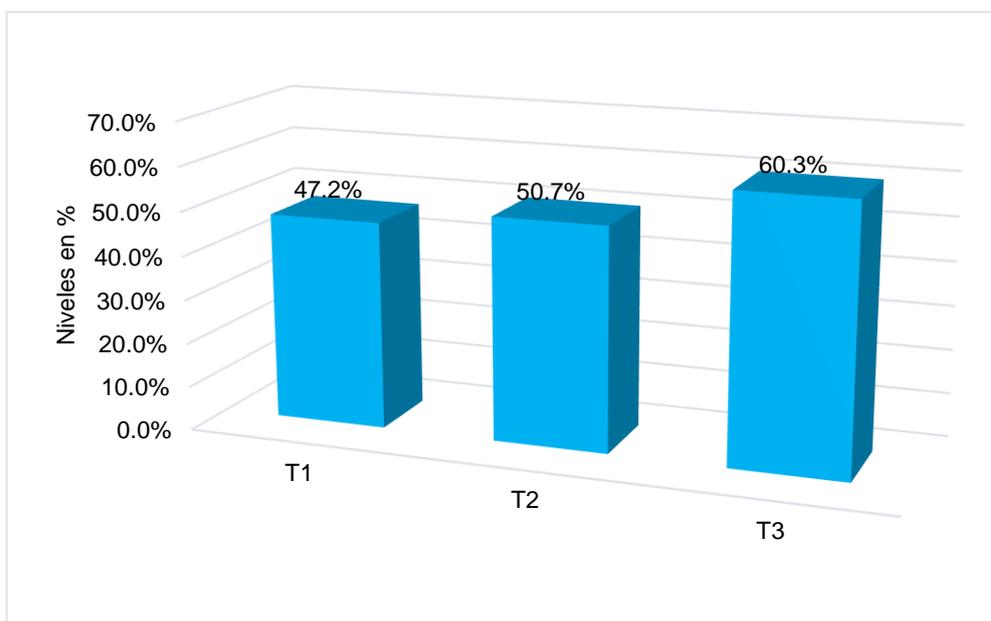


Figura 21: Porcentaje de disminución de Zinc

En la Figura 22 se estableció el porcentaje de zinc disminuido, donde en el tratamiento 1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* se alcanzó un porcentaje de 47.2%, menor que el tratamiento 2 de 50.7% y al tratamiento 3 de 60.3%., considerando que el T3 con una dosis de 40 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó el mayor porcentaje de remoción de zinc.

V. DISCUSIÓN

Se determinó el proceso y temperatura de la elaboración de carbón activado en donde se necesitó de 1kg semilla de *Helianthus Annus*, antes de la elaboración se procedió a secar las semillas bajo el sol durante 3 días, después se colocó en un sartén a una temperatura de 250°C, después se procedió a realizar el proceso de tamizado usando un molino convencional, las semillas trituradas y se agregó 625 ml de vinagre y se llevó a fuego, con la finalidad que active la función de ácido acético. En otra se agregó 375 ml de agua y 375 de vinagre para obtener el carbón activado. Por último, se deja secar al aire libre por un transcurso de 12 horas. Una investigación diferente fue la de Obregón (2019) El carbón activado se extrajo de la cáscara de maracuyá y endocarpio de durazno para obtener carbón activado para la remoción de nitratos y fósforo total, el precursor se lavó con hidróxido de sodio (NaOH) 0,2 M, se secó y se molió a partículas de 0,2 a 0,5 mm; La cáscara de maracuyá se carbonizó. La temperatura es de 400°C, la temperatura de carbonización del endocarpio de durazno es de 600°C y el tiempo de carbonización es de 1 hora. La activación química de ambos precursores se realizó con ácido fosfórico al 85% (H₃PO₄) durante un contacto de 24 horas; los precursores se trataron con agua desionizada hasta alcanzar un pH final de 5,0. El diseño de este estudio fue un diseño factorial con tres factores no replicantes: 2 x 4 x 2; donde el factor 2 representa el tiempo de filtración (10 y 15 minutos después de la expiración del filtro) y el factor 4 representa la relación de activador a cuerpo (0,0), 0,2, 0,6 y 1,0 y 2 para el tipo precursor (cáscaras y endocarpio). A diferencia de la investigación de Gutiérrez (2022), que elaboró biocarbón de residuos orgánicos para remover mediante adsorción colorantes de agua residual, para ello se pelaron naranjas y mandarinas para obtener cáscaras, que luego se secaron al sol para eliminar la mayor parte del agua, y luego se trituraron las cáscaras para obtener 25 g de cáscara seca preparada con H₃PO₄ al 2% y agua desionizada con 20 g. Colocar en un matraz aforado de 1000 ml, colocar 25 g de cada muestra en un vaso de precipitados lleno con 250 ml de solución de H₃PO₄ y continuar agitando durante 2 horas. Después de 2 horas, la muestra se separó de la solución, se colocó en una cápsula de

porcelana y la muestra se calcinó en una mufla a 500 °C durante 1 hora, luego se eliminó el exceso de solución ácida y se colocó la cubierta en porcelana. cápsula. Las muestras calcinadas se lavaron con agua desionizada para eliminar el H₃PO₄ residual hasta obtener un pH de 5, lo que implicó sumergir las muestras en agua y agitar a 70 °C durante 2 h, medir el pH con una tira colorimétrica y filtrar las muestras a se alcanzó el pH deseado, el valor de pH. Las muestras se secan en un horno a 105 °C durante 2 horas. A continuación, las muestras se tamizaron para obtener un tamaño de partícula de 0,0083 pulgadas. Por otro lado, en la investigación de Ponce (2019) Las cáscaras de coco se usan para hacer carbón activado para absorber hierro y plomo en el agua potable de los residentes de Pasco Paragsha. Para ello, encendían un fuego de tamaño mediano en un lugar seguro, llenaban la olla con pequeños trozos de madera y cáscaras de coco y la calentaban al vapor. Después de 3 a 5 horas, lave el carbón para eliminar las cenizas, coloque el carbón limpio en un mortero y tritúrelo hasta obtener un polvo fino con un mortero, y el polvo de carbón resultante se expone completamente al aire para que se seque y continúe este proceso. durante 24 horas. Para activar el carbón se utilizaron 100 gramos (3,5 oz) de cloruro de calcio y 300 ml (1 1/2 tazas) de agua, se tapó el recipiente y se dejó reposar aprox. 24 horas, luego se eliminó todo el líquido y la humedad y se hirvieron las brasas durante otras tres horas para activarlas, el agua hirviendo requiere calor alto; después de tres horas de cocción, el carbón está activado y listo para usar.

Se estableció la cantidad específica del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y Zinc, en donde se utilizó las siguientes concentraciones, se echó agua 200ml de agua contaminada por 20 gr de carbón, 300 ml de agua contaminada de agua por 30 gr y 400ml de agua contaminada por 40 gr. A diferencia del estudio realizado por Barrenechea y Román (2021) en el que utilizaron carbón activado de *Prunus persica* y *Persea americana* para la remoción de arsénico y plomo, para ello utilizaron diversas dosis de carbón activado tal como, para *Prunus persica* se dividió en 3 dosis por tipo de contaminante, aceites y grasas (1L), sólidos suspendidos (0.5 L), DBO (1L), DQO (1L), Arsénico y Plomo (0.5). En tanto

la Persea americana en Aceites y grasas (1L), solidos suspendidos (0.5L), DBO (1L), DQO (1L), Arsénico y Plomo (0.5 L). También está el estudio de Jun et al. (2020) que elaboró carbón activado de lichi para la remediación de suelos contaminados con metales pesados, donde después de triturar y mezclar la tierra vegetal superficial a una profundidad de 15,0 cm, la parcela de ensayo se dividió en 12 unidades de siembra. Cada unidad estaba separada por 0.5m para evitar la interferencia entre las diferentes cantidades de biocarbón. Las tasas de aplicación de biocarbón fueron 0, 2.5, 5 y 10% (p/p), y cada tratamiento se realizó en triplicado. Una investigación diferente fue realizada por Estrada et al. (2020) que utilizaron carbón activado con peróxido de hidrogeno para remover cianuro y metales pesados en efluentes líquidos provenientes del beneficio de oro de pequeña minería, para ello utilizó siete litros de la muestra compuesta, del efluente en estudio, se agregaron en un recipiente de plástico, la muestra se puso en contacto con carbón activado y se homogeneizado mediante agitación a 140 RPM. Con el propósito de analizar el efecto de la cantidad de carbono por litro en el efluente, se probaron tres docenas de carbón (20, 40 y 60 g/L), tomando como media 40 g de carbono/L de solución de tratamiento valor, basado en pruebas similares realizadas en el cromo metálico (Cr).

Se determinó las características físicas iniciales y finales del agua de humedal, donde la turbidez tuvo un valor de 6.36 NTU, el tratamiento 1, con una dosis de 20 gr/L llegando a una concentración de 25.00 NTU, seguido del tratamiento 2, a la dosis de 30 gr/L alcanzó una concentración de 32,00 NTU y en el tratamiento 3, a la dosis de 40 gr/L alcanzó una concentración de 42,00 NTU. Seguido de la concentración de la conductividad eléctrica, que tuvo una concentración inicial de 26.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en donde se observa que los 3 tratamientos no se redujeron pese a estar con diferentes concentraciones de carbón activado, el tratamiento 1 con 20 gr/L solo se redujo un poco, pero aun así era superior al valor dado por el ECA de agua de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En comparación con el estudio realizado por Marín y Arriojas (2020) que usaron carbón activado de cascara de coco para disminuir las concentraciones de turbidez, SST y pH a nivel de laboratorio, donde los resultados indicaron que la cáscara de coco logró remover hasta el 76.4%

de la turbidez y 94,8% de los SST. Un estudio similar es la investigación de Orozco (2018) que utilizó carbón activado para el manejo del mal sabor en el agua de planta Bosconia, Bucaramanga, y así reducir los parámetros físicos, como valores iniciales están el ph de valor 7.88, conductividad eléctrica de 165.8 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbiedad de 31.8 NTU y color de 76 PCU, al finalizar el tratamiento estos tuvieron un valor de ph de 8.05, conductividad eléctrica de 142.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbiedad 26.6 NTU y color de 54 PCU. A comparación del estudio de Carbajal (2019) que utilizó carbón vegetal a partir de la cascara de naranja para reducir la carga orgánica en las aguas residuales proveniente del mercado Huamantanga, para ello determinó los valores iniciales como pH de 6.52 y solidos totales en suspensión de 257 mg/l, después con el tratamiento de 3 kg de carbón vegetal, el pH fue 5.58 y solidos totales en suspensión de 23.15 mg/l, teniendo un porcentaje de remoción de SST 89.94%.

Se determinó las características químicas iniciales y final del agua del humedal de ventanilla, donde la demanda bioquímica de oxígeno tuvo un valor inicial de 22 mg/L, en cada tratamiento superó lo establecido, considerando que T2 con 30 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó disminuir mejor en comparación con el control T0. Después en la demanda química de oxígeno tuvo un valor inicial de 49 mg/L, seguido del tratamiento 1 donde se aplicó una dosis de 20gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus*, alcanzando un valor de 48mg/L, seguido del tratamiento 2, a una dosis de 30gr/L de carbón activado, obteniendo una concentración de 40 mg/L y en el tratamiento 4, a una dosis de 40 gr/L de carbón activado, logrando una concentración de 44 mg/L, este parámetro no está considerado en el ECA- agua. El realizado por Estrella, (2019) es diferente pues estudio la remoción de cromo y zinc usando carbón activado impregnado con nanotubos de carbono, obteniendo la remoción máxima fue de 28,08 mg/g obtenidos con un tiempo de contacto de 90 min y una dosis de solvente de 400 mg/L Cr (VI), y se obtuvieron 1111.11 mg/g con un tiempo de contacto de 45 min y una dosis de sorbente de 400 mg/L elevado a zinc. Sin embargo, en el estudio de Labied et al. (2018), usaron carbono obtenido de residuos de material lignocelulósico (núcleos de

Ziziphus jujuba), obteniendo las condiciones óptimas para una máxima eficiencia de adsorción son 2 para pH, 1 g/l para dosificación de carbón activo y 100 mg/l para concentración de Cr (VI). El porcentaje de eliminación aumentó de 27.2 a 62.08%. Por otro lado, la investigación en la investigación de Silva (2018) Para la remoción de cloro total y libre en agua potable de la ciudad de Tumbes, se utilizó carbón activado obtenido de semillas de calabaza, el cual se determinó que tiene una tasa de remoción de 74.58 - 90.54% para cloro libre después de 180 minutos de exposición. la dosis de carbón activo fue de 0,5 g/l. Es 100% si el carbón activado original se aumenta a 1,5 o 2,0 g/l. Para el cloro total, cuando la dosis inicial de carbón activado fue de 0,5 g/l, la tasa de remoción alcanzó 71,87 - 86,96 %, pero cuando la dosis fue de 1,5 y 2,0 g/l, la tasa de remoción alcanzó el 100 %.

En cuanto a las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla, la concentración de coliformes fecales termotolerantes obtuvo un valor inicial de 2500 NMP/100mL, se realizaron 3 tratamientos, donde se consideró que el tratamiento 2 con una dosis de 30 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* disminuyó en pequeños rasgos en comparación con los valores de T0: sin tratar. En otra investigación diferente realizada por Góngora y Llanos (2020) que usaron carbón activado de mauritia flexuosa, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, obteniendo valores de remoción de coliformes termotolerantes de 93.17%, coliformes totales de 89.81% y *Escherichia coli* de 86.6%. Por otra parte, en la investigación de Yachas (2019) que empleó carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés de Paragsha, Perú, se abarcó también la remoción de parámetros biológicos, donde los coliformes totales tuvieron un valor inicial de 22 Ufc/100ml y coliformes fecales de <1 Ufc/100ml, después del tratamiento con carbón activado los coliformes totales tuvieron un valor de 6 Ufc/100ml y coliformes fecales de <1 Ufc/100ml. A comparación del estudio realizado por Porras (2019) que empleó semillas y hojas de *Eucalyptus globulus*, para la elaboración de carbón activado y de nanopartículas, respectivamente, para

mejorar la calidad de aguas del Río Chillón, para ello identificó los valores iniciales de Coliformes totales de 92×10^2 NMP/100mL, Coliformes fecales de 56×10^2 NMP/100mL y *Escherichia Coli* de 21×10^2 NMP/100mL, después de la aplicación de 10 ml de nanopartículas de plata se obtuvo 48×10^2 NMP/100mL, 32×10^2 NMP/100mL y 11×10^2 NMP/100mL, con 20 ml se obtuvo 24×10^2 NMP/100mL, 18×10^2 NMP/100mL y 8×10^2 NMP/100mL y con 30 ml estos se redujeron a 8×10^2 NMP/100mL, 0 NMP/100mL y 0 NMP/100mL, respectivamente.

Se identificó el porcentaje de disminución en las concentraciones de mercurio y zinc presentes en los humedales de ventanilla con carbón activado, en el caso de mercurio, en el tratamiento 1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* se alcanzó un porcentaje de 57.1%, superior al tratamiento 2 de 54.3% y al tratamiento 3 de 48.6%., considerando que el T1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó el mayor porcentaje de remoción de mercurio. Así mismo en cuanto a la reducción de Zinc en el tratamiento 1 con una dosis de 20 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* se alcanzó un porcentaje de 47.2%, menor que el tratamiento 2 de 50.7% y al tratamiento 3 de 60.3%., considerando que el T3 con una dosis de 40 gr/L de carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* alcanzó el mayor porcentaje de remoción de zinc. En comparación con el estudio de Jain et al. (2021) que uso carbón residual de girasol para remover cadmio, la mayor adsorción se encontró a 100 mg/L cuando se aplicó una dosis de 2000 mg/100 ml, los resultados del experimento de confirmación, es decir, la eliminación del 99.8% de Cd (II) mediante el adsorbente preparado en condiciones optimizadas coincidieron bien con las predicciones del modelo. Un estudio diferente es el realizado por Rosales y Quevedo (2019) que usaron carbón activado de semillas de aguaje para remover plomo y cromo de aguas contaminadas, donde la cantidad de eliminación de plomo y cromo fue de 0.5 g. La tasa de eliminación promedio fue del 80.22 %, la mejor masa de eliminación de plomo fue de 1.5 g y la tasa de eliminación fue del 97.14 %, y la mejor masa de eliminación de cromo fue de 0,25 g. la tasa de eliminación fue del 72%. A comparación del estudio

de Marín y Vásquez (2021) Para la separación de cadmio y plomo de las aguas residuales utilizó resinas minerales de carbón para las cuales se determinaron los mayores porcentajes de adsorción de carbono modificado (Pb; 99.75%, Cd; 99.85%) y porcentajes de remoción de plomo y cadmio en soluciones de pH 6. Las proporciones de carbono modificado fueron 75% y 52%, respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- En el proceso y temperatura de la elaboración de carbón activado, se necesitó de 1kg semilla de *Helianthus Annus*, se necesitó una temperatura de 250°C, se trituro las semillas, luego se agregó 375 ml de agua y 375 de vinagre para obtener el carbón activado.
- La cantidad específica del carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* para remover mercurio y Zinc, se añadió agua 200ml de agua contaminada por 20 gr de carbón, 300 ml de agua contaminada de agua por 30 gr y 400ml de agua contaminada por 40 gr.
- Las características físicas iniciales y finales del agua de humedal, donde la turbidez tuvo un valor inicial de 6.36 NTU, el T-1 redujo la concentración a 25.00 NTU. En cuanto a la CE el valor inicial fue 26.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ningún tratamiento redujo la concentración y los valores fueron superiores al valor dado por el ECA de agua de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Las características químicas iniciales y finales del agua del humedal, la DBO tuvo un valor inicial de 22 mg/L, el T-2 redujo 1.5 mg/L aun así era superior al valor dado por el ECA- agua. La DQO tuvo un valor inicial de 49 mg/L, se realizó 3 tratamientos, pero ninguno redujo la concentración además que este parámetro no está considerado en el ECA- agua, categoría 4.
- Las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla, la concentración de coliformes fecales (termotolerantes) tuvo un valor inicial de 2500 NMP/100mL, el T- 2 con una dosis de 30 gr/L disminuyó en pequeños rasgos en comparación con los valores del T-0.
- El porcentaje de disminución de mercurio, en el T-1 con 57.1%, en cuanto al Zinc se obtuvo una disminución de 47.2%. Ambos resultados fueron dados con 20 gr/L de carbón activado de *Helianthus annuus*.

VII. RECOMENDACIONES

- Elaborar carbón activado de *Helianthus Annuus* con una temperatura de 250°C, además agregar 375 ml de vinagre para activar la función acética.
- Repetir la cantidad específica de 20 gr/L de carbón activado de *Helianthus Annuus* porque se obtiene mejores resultados en cuanto a la disminución de parámetros físicos, químicos y biológicos, además de metales pesados presentes en agua.
- Realizar un análisis inicial y final de turbidez y conductividad eléctrica para demostrar el valor de reducción de concentraciones por el carbón activado de *Helianthus annuus*.
- Realizar un análisis inicial y final de las características químicas del agua tales como DBO, DQO y Ph, para demostrar la eficiencia del carbón activado en cuanto a disminución de concentraciones.
- Realizar un análisis de agua inicial y final del tratamiento para determinar la eficiencia en reducción de valores de las características biológicas del agua tal como Coliformes fecales (termotolerantes).
- Trabajar con metales pesados, para comprobar si el carbón activado disminuye su concentración, es necesario realizar un análisis de antes y después del tratamiento.

REFERENCIAS

- ALI, G.A.A. y ABBAS, M.N., 2020. Atomic Spectroscopy Technique Employed to Detect the Heavy Metals from Iraqi Waterbodies Using Natural Bio- Filter (Eichhornia crassipes): Thera Dejla as a Case Study. *Systematic Reviews in Pharmacy*, vol. 11, no. 9, pp. 8. <https://doi.org/10.3390/su12051927>
- AMABILIS-SOSA, Leonel E.; SIEBE, Christina; MOELLER-CHAVEZ, Gabriela y DURAN-DOMINGUEZ-DE-BAZUA, María del Carmen. Remoción de mercurio, cromo y plomo por humedales artificiales inoculados con cepas tolerantes. *Tecnol. cienc. Agua* [online]. 2015, vol.6, n.2, pp.21-34. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000200002&lng=es&nrm=iso
- BARRENECHEA SUAZO, R.R. y ROMÁN PÉREZ, H., 2021. Uso del carbón activado de Prunus persica y Persea americana para la remoción de arsénico y plomo. En: Accepted: 2022-03-14T19:36:31Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83856>
- BATTOOL, A., & SALEH, T. A. (2019). Removal of toxic metals from wastewater in constructed wetlands as a green technology; catalyst role of substrates and chelators. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 109924. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109924>
- BELLIDO ALVITRES, K.S. y ROQUE CRUZADO, L.L., 2020. Revisión sistemática y meta-análisis sobre la aplicación de carbón activado para la remoción de plomo y zinc en aguas residuales. Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61848>
- CARBAJAL, J. (2019) Influencia del filtro de carbón vegetal a partir de la cáscara de toronja para reducir carga orgánica en las aguas residuales, proveniente del mercado Huamantanga, 2019. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87439>

- CONDOR MENA, J.S. y MAZA PARRILLA, D., 2020. Remoción de plomo para mejorar el agua de Mórrope utilizando carbón activado del endocarpio de aceituna y cáscara de coco. En: Accepted: 2020-12-15T20:23:49Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50262>
- DELGADO HUAMÁN, J.E. y PUMA TAYPE, K., 2022. Aplicación del carbón activado en la remoción de cromo en aguas de curtiembre: revisión sistemática. En: Accepted: 2022-09-12T21:01:20Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94833>
- ESTRADA-MONTOYA, Claudia Catalina; GALEANO-VANEGAS, Narmer Fernando and RESTREPO-FRANCO, Gloria María. Evaluación de la remoción de cianuro y metales pesados en efluentes líquidos provenientes del beneficio de oro de la pequeña minería, mediante adsorción con carbón activado y peróxido de hidrógeno en Segovia, Antioquia. *Dyna rev.fac.nac.minas* [online]. 2020, vol.87, n.212, pp.9-17. ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.79716>
- ESTRELLA GRANJA, J.F., 2019. Estudio de la remoción de cromo y zinc de aguas sintéticas empleando carbón activado impregnado con nanotubos de carbono [en línea]. bachelorThesis. S.l.: Quito, 2019. [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20057>
- FAJARDO VIDAL, N.S., 2018. Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú. En: Accepted: 2018-06-07T14:02:40Z, Universidad Nacional Mayor de San Marcos [en línea], [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7738>
- Farid, M., Ali, S., Zubair, M. et al. Glutamic acid assisted phyto-management of silver-contaminated soils through sunflower; physiological and biochemical response. *Environ Sci Pollut Res* 25, 25390–25400 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2508-y>

- Góngora, R. y Llanos C. (2020) Eficiencia del filtro de carbón activado de mauritia flexuosa, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73006>
- GUPTA, S., SIREESHA, S., SREEDHAR, I., PATEL, C.M. y ANITHA, K.L., 2020. Latest trends in heavy metal removal from wastewater by biochar based sorbents. *Journal of Water Process Engineering*, vol. 38, pp. 101561. ISSN 2214-7144. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101561>
- GUTIÉRREZ MORALES, E.A., 2022. Remoción de colorantes en agua residual mediante adsorción con carbón activado obtenido de residuos orgánicos. [en línea]. [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16272>
- IFTIKHAR, S., SALEEM, M., AHMAD, K.S. et al. Synergistic mycoflora–natural farming mediated biofertilization and heavy metals decontamination of lithospheric compartment in a sustainable mode via *Helianthus annuus*. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16, 6735–6752 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13762-018-02180-8>
- J. Zhou, L.H. Chen, L. Peng, S. Luo, Q.R. Zeng, Phytoremediation of heavy metals under an oil crop rotation and treatment of biochar from contaminated biomass for safe use, *Chemosphere*, Volume 247, 2020, 125856. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125856>
- Jia, L., Liu, H., Kong, Q., Li, M., Wu, S., & Wu, H. (2019). Interactions of high-rate nitrate reduction and heavy metal mitigation in iron-carbon-based constructed wetlands for purifying contaminated groundwater. *Water Research*, 115285. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115285>
- JOSEPH, E., 2021. Heavy Metal Bioaccumulation in *Eichhornia Crassipes* (Mart) Solms. Growing in Selected Aquatic Ecosystems of Kochi, Volume 09 Issue 10. PP. 37-39. <https://www.ijres.org/papers/Volume-9/Issue-10/Ser-6/F09103739.pdf>
- Jun, L. I. U., Wei, H. U. A. N. G., Aili, M. O., Juan, N. I., Hongyan, X. I. E., Jingsong, H. U., Cuiying, P. E. N. G. (2020). Effect of lychee biochar on the remediation

of heavy metal-contaminated soil using sunflower: a field experiment. Environmental Research, 109886. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109886>

Khalid A. Alaboudi, Berhan Ahmed, Graham Brodie. (2018). Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus* L.) plant. *Annals of Agricultural Sciences*. 63(1), 123-127. Disponible en: <https://rest.neptune-prod.its.unimelb.edu.au/server/api/core/bitstreams/5d444db0-9993-5824-8215-e8b2e735fc38/content>

Kim, D.-W., Wee, J.-H., Yang, C.-M., & Yang, K. S. (2019). Efficient removals of Hg and Cd in aqueous solution through NaOH-modified activated carbon fiber. *Chemical Engineering Journal*, 123768. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.123768>

LABIED R, BENTURKI O, EDDINE HAMITOUCHE AY, DONNOT A. Adsorption of hexavalent chromium by activated carbon obtained from a waste lignocellulosic material (*Ziziphus jujuba* cores): Kinetic, equilibrium, and thermodynamic study. *Adsorption Science & Technology*. 2018;36(3-4):1066-1099. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0263617417750739>

Liu, H., Cheng, C., & Wu, H. (2021). Sustainable utilization of wetland biomass for activated carbon production: A review on recent advances in modification and activation methods. *Science of The Total Environment*, 790, 148214. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148214>

LIU, Z. y TRAN, K.-Q., 2021. A review on disposal and utilization of phytoremediation plants containing heavy metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 226, pp. 112821. ISSN 0147-6513. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112821>

Mahardika, G et al. Phytoremediation of heavy metal copper (Cu²⁺) by sunflower (*Helianthus annuus* L.) [En línea] IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 106, The 4th International Seminar on

Sustainable Urban Development 9–10 August 2017, Jakarta, Indonesia .
Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/106/1/012120>

Marín, N. y Vásquez Y. (2019) Evaluación de la capacidad de remoción de plomo y cadmio en soluciones acuosas utilizando resinas de carbón mineral. Corporación Universidad de la Costa CUC. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5558/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20capacidad%20de%20remoci%C3%B3n%20de%20plom%20y%20cadmio%20en%20soluciones%20acuosas%20utilizando%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marín-Velásquez TD, Arriojas-Tocuyo DDJ. Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucífera) a nivel de laboratorio. *rev. ion.* 2020;33(2):99-110. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020008>

MONIKA JAIN, VINOD KUMAR GARG, RASHMI PALIWAL, KRISHNA KADIRVELU & SMITA CHAUDHRY (2021) Optimization of cadmium (II) removal from water using sunflower waste carbon – a statistical approach, *Toxin Reviews*, 40:4, 1373-1382, <https://doi.org/10.1080/15569543.2020.1718163>

MORALES, J., Fuentes, J., Bax, V., & Matta, H. (2018). Niveles de plomo sanguíneo de un distrito del Callao. *Archivos de farmacología y terapéutica*, 37(2), 10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55960422012>

Mustafa Baysal, Kaan Bilge, Bengisu Yılmaz, Melih Papila, Yuda Yürüm, Preparation of high surface area activated carbon from waste-biomass of sunflower piths: Kinetics and equilibrium studies on the dye removal, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 6, Issue 2, 2018, Pages 1702-1713. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.02.020>.

Ponce, Darwin (2019). Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1563/1/T026_73665141_T.pdf

- Porras, Yessenia (2019) Mejoramiento De La Calidad Del Agua De Río Chillón Utilizando Carbón Activado Y Nanopartículas De Plata. Universidad Cesar Vallejo.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61293/Porras_AYM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Obregón, Rosangelica (2019) Eficiencia del carbón activado de cáscara de maracuyá y endocarpio de durazno en la remoción de nitratos y fósforo total del Purín, Végueta - Huaura. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14095/707>
- Orozco, Juan. 2018. Evaluación del efecto del tipo de carbón activado utilizado para el manejo del mal sabor en el agua de la planta Bosconia del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.
https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5591/digital_37497.pdf?sequence=1
- QIU, B., TAO, X., WANG, H., LI, W., DING, X. y CHU, H., 2021. Biochar as a low-cost adsorbent for aqueous heavy metal removal: A review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 155, pp. 105081. ISSN 0165-2370. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105081>
- REYES VÁSQUEZ, M.P., GALLAVIZ VILLA, I. y CATAÑEDA CHAVEZ, M., 2020. factores de bioconcentración y traslocación de metales pesados en eichhornia crassipes de la laguna olmeca en Veracruz. En: Accepted: 2021-09-20T15:03:28Z [en línea], [Consulta: 30 septiembre 2022]. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/2558/4/TESIS%20MARIA%20PERLITA%20REYES%20VASQUEZ.pdf>
- ROSALES FERNÁNDEZ, D.J. y QUEVEDO SANCHEZ, A.G., 2019. Adsorción con carbón activado obtenido de la semilla de Aguaje para la remoción de plomo y cromo en aguas contaminadas. En: Accepted: 2020-09-26T15:14:10Z, Universidad Nacional del Callao Repositorio institucional - CONCYTEC [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5114>

- SHAZIA IRAM, RABIA BASRI, KHURAM SHAHZAD AHMAD & SHAAN BIBI JAFFRI (2019) Mycological assisted phytoremediation enhancement of bioenergy crops *Zea mays* and *Helianthus annuus* in heavy metal contaminated lithospheric zone, *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 28:4, 411-430, Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15320383.2019.1597011>
- SILVA CHÁVEZ, J.A., 2018. Uso del Carbón Activado Obtenido a Partir de la Cascara de Zapallo (cucúrbita sp.) en la remoción de cloro total y libre en agua potable de la Ciudad de Tumbes. En: Accepted: 2020-01-17T16:30:16Z, Universidad Nacional de Tumbes [en línea], [Consulta: 6 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/862>
- TAO, X., WANG, H., LI, W., DING, X. y CHU, H., 2021. Biocarbón como adsorbente de bajo costo para la eliminación acuosa de metales pesados. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 155, pp. 105081. ISSN 0165-2370. Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021011>
- V. VINOTHKUMAR AND P. SENTHILVALAVAN. Induced accumulation of lead and cadmium in sunflower (*Helianthus annuus*.L) under heavy metals contaminated coastal saline soil. *Annals of Plant and Soil Research* 20 (Supplement) pp S27 – S34 (2018). <http://gkvsociety.com/control/uploads/9903086.pdf>
- VIDAL, N.F., ACOSTA, H.S. y VILLACRES, F.G., 2017. Determinación de metales pesados en los cuerpos de agua del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Región Callao, Perú. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, vol. 20, no. 39, pp. 149-158. ISSN 1682-3087. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v20i39.14177>
- Vitor S. Liduino, Eliana F. C. Servulo & Fernando J. S. Oliveira (2018) Biosurfactant-assisted phytoremediation of multi-contaminated industrial soil using sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53:7, 609-616, Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1429726>

- VUNAIN, E., HOUNDEDJIHOU, D., MONJEREZI, M. et al. Adsorption, Kinetics and Equilibrium Studies on Removal of Catechol and Resorcinol from Aqueous Solution Using Low-Cost Activated Carbon Prepared from Sunflower (*Helianthus annuus*) Seed Hull Residues. *Water Air Soil Pollut* 229, 366 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3993-9>
- Yachas, E. (2019) Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés de Paragsha - Simón Bolívar 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1444>
- Yu Zhang, Junli Hu, Jianfeng Bai, Junhua Wang, Rui Yin, Jingwei Wang, Xiangui Lin, Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate the heavy metal toxicity on sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants cultivated on a heavily contaminated field soil at a WEEE-recycling site, *Science of The Total Environment*, Volumes 628–629, 2018, Pages 282-290. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.331>.
- Yu, G., Wang, G., Li, J., Chi, T., Wang, S., Peng, H., Wu, H. (2020). Enhanced Cd²⁺ and Zn²⁺ removal from heavy metal wastewater in constructed wetlands with resistant microorganisms. *Bioresource Technology*, 316, 123898. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123898>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización

| TÍTULO: Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en el humedal de Ventanilla, Lima 2023 | | | | | |
|--|--|--|---|---|--------------------|
| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE ANÁLISIS |
| Variable Independiente: Carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en absorción de metales. | Es una sustancia amorfa de estructura cristalina derivada del grafito, caracterizada por un gran número de microporos (poros con un radio inferior a nanómetros), lo que facilita su uso como adsorbente debido a su área superficial muy desarrollada. También se utiliza para depurar impurezas en gases y líquidos, como adsorbente para la eliminación de diversas sustancias tóxicas. (Mahardika et al., 2017). | Se aplicará las dosis en sistema de tratamiento para la absorción de metales pesados en un tiempo determinado, luego una toma de muestras para los análisis correspondientes para determinar la cantidad remoción de los metales. | Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado. | <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo - Temperatura - Color - Textura | Razón |
| | | | Dosis del carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> . | <ul style="list-style-type: none"> - 2 gr/L. de carbón activado - 3 gr/L. de carbón activado - 4 gr/L gr. de carbón activado | Nominal |
| Variable Dependiente: Metales pesados (Hg y Zn) en aguas. | El mercurio ingresa al agua como resultado de erupciones volcánicas y, lo que es más importante, está asociado con efluentes residuales de la producción de cemento, la quema de combustible, la producción de baterías y la producción de hidróxido de sodio y cloro gaseoso. Además, algunas formulaciones de pesticidas contienen mercurio. (Reyes et al., 2020). Las sales de zinc pueden causar turbidez cuando están presentes en grandes cantidades en el agua. Además, el zinc puede dar al agua un sabor desagradable. Esto ocurre a una concentración de 2 mg Zn ²⁺ /L. La solubilidad del zinc depende de la temperatura y el pH del agua en cuestión. (Estrella, 2019). | Se realizará un análisis del agua de los humedales de del distrito de Ventanilla donde se conocerán las concentraciones de los metales pesados y las características físicas, químicas y biológicas antes y después de los tratamientos con el carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> . | Características físicas iniciales y finales del agua | <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Turbidez - Conductividad eléctrica | Nominal |
| | | | Características químicas iniciales y finales del agua | <ul style="list-style-type: none"> - pH - DBO - DQO | Nominal |
| | | | Características biológicas iniciales y finales del agua | <ul style="list-style-type: none"> - Coliformes fecales | Nominal |
| | | | Concentraciones iniciales y finales de Hg y Zn | <ul style="list-style-type: none"> - Concentración iniciales y final en % de mercurio - Concentración iniciales y final en % de Zinc | Nominal |

Anexo 2: Matriz de consistencia

| TÍTULO | Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en el humedal de Ventanilla, Lima 2023. | |
|-----------|---|---|
| PROBLEMA | GENERAL | ¿De qué manera remover mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla? |
| | ESPECÍFICOS | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el proceso y temperatura para la elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal <i>Helianthus annuus</i>? • ¿Cuál es la cantidad específica del carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> para remover mercurio y zinc del agua del humedal de Ventanilla? • ¿Cuáles son las características físicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla? • ¿Cuáles son las características químicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla? • ¿Cuáles son las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla? • ¿Cuáles son los porcentajes de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua de los humedales de Ventanilla? |
| OBJETIVOS | GENERAL | Evaluar la remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla |
| | ESPECÍFICOS | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el proceso y temperatura de elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal <i>Helianthus annuus</i> • Establecer la cantidad específica del carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> para remover mercurio y zinc del humedal de Ventanilla • Determinar las características físicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla • Determinar las características químicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla • Determinar las características biológicas iniciales y finales del agua del humedal de Ventanilla • Determinar el porcentaje de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua de los humedales de Ventanilla. |
| HIPÓTESIS | HIPÓTESIS GENERAL | Mediante el carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> se permitirá remover mercurio y zinc de los humedales del distrito de Ventanilla. |
| | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | <ul style="list-style-type: none"> • La temperatura influye en el proceso de la elaboración de carbón activado a base de semillas de la especie vegetal <i>Helianthus annuus</i> • Existe una cantidad específica de carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> para remover mercurio y zinc del agua del humedal de Ventanilla • Existe características físicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla • Existe características químicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla • Existe características biológicas iniciales y finales en el agua del humedal de Ventanilla |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------|--|--------------------|---------|----------------------------|
| VARIABLES | | •Mediante el porcentaje de disminución de las concentraciones de mercurio y zinc en el agua permitirán recuperar la calidad del agua de los humedales de Ventanilla. | | | | | |
| | INDEPENDIENTE Carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en absorción de metales | <ul style="list-style-type: none"> • Proceso y temperatura de elaboración de carbón activado. • Dosis del carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i>. | DIMENSIONES | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo, Temperatura, Color y textura. ▪ 2 gr/L. de carbón activado, 3 gr/L. de carbón activado, 4 gr/L gr. de carbón activado | INDICADORES | Nominal | E S C A L A |
| DEPENDIENTE Metales pesados (Hg y Zn) en aguas. | <ul style="list-style-type: none"> • Características físicas iniciales y finales del agua. • Características químicas iniciales y finales del agua. • Características biológicas iniciales y finales del agua • Concentraciones iniciales y finales de Hg y Zn | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura, Turbidez, conductividad eléctrica. ▪ pH, DBO, DQO ▪ Coliformes fecales. ▪ Concentración final en % de mercurio, Concentración final en % de Zinc | | Razón | | | |

Anexo 3: Carta de autorización para el ingreso al humedal para la toma de muestras


MUNICIPALIDAD DE
VENTANILLA

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Ventanilla, 19 de enero del 2023

El que suscribe, **Ing. Diego Alberto Ríos Vela** en mi condición de **Gerente General del Órgano Desconcentrado Sistema de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental** de la Municipalidad Distrital de Ventanilla, autorizo:

El ingreso a los "HUMEDALES DE VENTANILLA – LAGUNA EL MIRADOR", con el fin de realizar un monitoreo de agua en la laguna El Mirador para el proyecto de tesis "Remoción de metales pesados mercurio y zinc (Hg y Zn) con carbón activado de *Helianthus annuus* en Humedales de Ventanilla, distrito de Ventanilla, 2023".

A las siguientes personas:

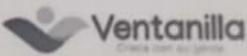
| | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1.- Kenji Roberto Cabrera Ttica | DNI N° 70853280 |
| 2.- Mario Albert Mendez Pacheco | DNI N° 46137417 |

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VENTANILLA
DE SERVICIOS A LA CIUDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL
DIEGO RÍOS VELA
GERENTE GENERAL

C.c Archivo
DARV/vmag

Av. La Playa N° 188 Ventanilla - Callao / Telef: 631 - 1400 / www.muniventanilla.gob.pe

 **Ventanilla**
Checa con tu gerente

Anexo 4: Coordenadas del punto de muestreo



Anexo 5: Equipos de medición y toma de muestras



Anexo 6: Medición de conductividad eléctrica y pH con multiparámetro



Anexo 7: Toma de muestras de agua



Anexo 8: Toma de muestras de agua



Anexo 9: Recolección de muestra para laboratorio



Anexo 10: Muestra para envío a laboratorio acreditado.



Anexo 11: Cadena de custodia

| CADENA DE CUSTODIA-MATRIZ AGUA | | | | | | | | | | Código: GMU-R-006 | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------------------|---|-------|---|--|------------|-------------------|--|---|----|--|----------|---------------------|-------------------|--------------------|-----|---------------|
| | | | | | | | | | | Versión: 01 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Fecha: 10/08/2018 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Pág. 01 de 01 | | | | | | | | |
| DATOS DEL CLIENTE RAZÓN SOCIAL: <u>Keay Roberto Cabrera Hica</u> CONTACTO/SOLICITANTE: _____ DIRECCIÓN: <u>Lima.</u> TEL./CORREO ELECTRÓNICO: <u>94599 9255</u> NOMBRE DEL PROYECTO: <u>REMOCION DE METALES PESADOS (Hg y Zn) con carbón activado de Helianthus annuus en humedales</u> | | | | | DATOS N° CADENA DE CUSTODIA (1): <u>CC-MA-23-0041-1</u> LUGAR DE MUESTREO: <u>Ventanilla</u> N° INFORME DE ENSAYO (2): <u>DE-MA-23-0041-1</u> | | | | | OBVEN DE SERVICIO (1): <u>026012023-2</u> PLAN DE MONITOREO (1): <u>020012023-1</u> | | | | | | | | |
| Item | Punto de Muestreo | Código de Laboratorio (1) | Muestreo | | Clasificación | Ubicación | N° Frascos | Parámetros Insitu | | | | | | Ensayos Solicitados | | | | Observaciones |
| | | | Fecha | Hora | | | | Matriz | Sub-Grupo | Coordenadas (UTM) | Ph | T°C | ORP (mV) | DO (mg/L) | Cond. Turb. (NTU) | Cond. Turb. (mg/L) | DB5 | |
| 01 | CA-01 | 7/MA-0087-3 | 19.01.23 | 10:22 | I Natural | N: <u>8696610</u> E: <u>0267003</u> | 1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| LEYENDA DE CLASES DE AGUA: Clasificación de la Matriz Agua 1. Aguas Naturales: Subterráneas, superficiales (ríos, lagos, deposición atmosférica) 2. Agua para uso y Consumo Humano: Bebida, plénea y ligeros artificiales 3. Aguas Residuales: Doméstica, industrial, municipal 4. Aguas Salinas: Mar, Salobres, Salmuera 5. Agua de Proceso: Circulación o enfriamiento, alimentación para calderas, agua de inyección y reinyección, agua de lavación. | | | | | | | | | | CONTROL DE CALIDAD IN: C. Blanca de Campo BK: Blanca Vajeros DUP: Duplicado | | | | | | | | |
| EQUIPOS DE CAMPO UTILIZADOS NOMBRE: _____ MARCA: _____ CÓDIGO: _____ | | | | | EQUIPOS DE CAMPO UTILIZADOS NOMBRE: _____ MARCA: _____ CÓDIGO: _____ | | | | | RECEBIDO Área de recepción de muestras | | | | | | | | |
| CONDICIONES DE RECEPCIÓN (1) Limpieza: <input type="checkbox"/> Adecuada <input type="checkbox"/> No Adecuada Registro correcto de cadena de custodia: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | | | CONDICIONES DE CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN (1) Preservación: <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> Refrigeradas <input type="checkbox"/> Ambiente | | | DATOS Muestreador por: <u>CARLOS SUZUKI</u> Fecha: <u>19-01-2023</u> Hora: <u>11:00</u> Firma: <u>[Firma]</u> | | | Cliente: _____ Recepción de Muestras (1): <u>José Gramajo</u> <u>20-01-2023</u> <u>08:00</u> Firma: <u>[Firma]</u> | | | MUESTRADO POR: _____ APP: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Observaciones: <u>(*) de Ventanilla, 2023</u> | | | | | | |
| Indicar Temperatura de Conservación (°C): _____ Código del Equipo de Medición: _____ Dentro del tiempo máximo de conservación: _____ | | | IN: C. Blanca de Campo BK: Blanca Vajeros DUP: Duplicado INGENIERÍA DE PROCESOS | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 12: Gastos de monitoreo

 **DAXEN LAB**
Perú

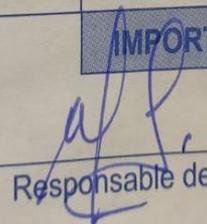
PLANILLA POR GASTOS DE MOVILIDAD Nº 000063

Nombre del Trabajador: Kenji Cabrera TICA

DNI N°: _____ Centro de Coste: Monitoreo de Agua

| FECHA | MOTIVO | DESTINO | | IMPORTE S/ |
|-----------------|-----------------------------|----------|----------|---------------|
| | | DESDE | HASTA | |
| <u>04/02/23</u> | <u>MONITOREO de C. Agua</u> | <u>-</u> | <u>-</u> | <u>645.00</u> |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| IMPORTE TOTAL | | | | <u>645.00</u> |

Firma de Solicitante



Responsable del Área

Anexo 13: Resultados del primer monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-147



INFORME DE ENSAYO IE-MA-23-0041-1

IV. RESULTADOS

| ITEM | | 1 | |
|--|----------------------|-----------------|--------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | MMA-0087-3 | |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | CA-01 | |
| COORDENADAS UTM WGS 84: | | N: 8686680 | E: 0267003 |
| MATRIZ: | | AGUA | |
| GRUPO: | | NATURAL | |
| SUBGRUPO: | | SUPERFICIAL | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | GMU-IN-001 | |
| MUESTREO | FECHA: | 2023-01-19 | |
| | HORA: | 10:22 | |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | RESULTADOS |
| pH ^(C) | unidades de pH | Resolución 0.1 | 9.25 |
| Conductividad ^(C) | µS/cm | Resolución 0.01 | 26300.00 |
| Turbidez ^(C) | NTU | Resolución 0.01 | 6.36 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno ^(C) | mg O ₂ /L | 0.4 | 22.0 |
| Demanda Química de Oxígeno ^(C) | mg O ₂ /L | 2.0 | 49.0 |
| Coliformes Fecales (Temotolerantes)(NMP) ⁽¹⁾ | NMP/100mL | 1.8 | 25x10 ⁶ |

L.D.M.: Límite de Detección del Método

(C) Medición en Campo.

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS.

(2) Los métodos indicados han sido acreditados por INACAL-DA.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

NOTA:

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

IV. RESULTADOS

| ITEM | | 1 | |
|--------------------------------------|--------|-------------|------------|
| CODIGO DE LABORATORIO: | | MMA-0087-3 | |
| CODIGO DEL CLIENTE: | | CA-01 | |
| COORDENADAS | | N: 8686680 | |
| UTM WGS 84: | | E: 0287003 | |
| MATRIZ: | | AGUA | |
| GRUPO: | | NATURAL | |
| SUBGRUPO: | | SUPERFICIAL | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | GMU-IN-001 | |
| MUESTREO | FECHA: | 2023-01-19 | |
| | HORA: | 10:22 | |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | RESULTADOS |
| Metales Totales^(a) | | | |
| Plata | mg/L | 0.0004 | <0.0004 |
| Aluminio | mg/L | 0.003 | 0.255 |
| Arsenico | mg/L | 0.0001 | <0.0001 |
| Boro | mg/L | 0.009 | <0.009 |
| Bario | mg/L | 0.0006 | 0.0044 |
| Berilio | mg/L | 0.0011 | <0.0011 |
| Bismuto | mg/L | 0.009 | <0.009 |
| Calcio | mg/L | 0.07 | 21.744 |
| Cadmio | mg/L | 0.0006 | <0.0006 |
| Cerio | mg/L | 0.0006 | <0.0006 |
| Cobalto | mg/L | 0.003 | <0.003 |
| Cromo | mg/L | 0.0005 | <0.0005 |
| Cobre | mg/L | 0.0006 | <0.0006 |
| Hierro | mg/L | 0.0007 | 0.5500 |
| Polonio | mg/L | 0.005 | 2.440 |
| Litio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 |
| Magnesio | mg/L | 0.0003 | 7.4410 |
| Manganeso | mg/L | 0.0006 | 0.0055 |
| Molibdeno | mg/L | 0.0007 | <0.0007 |
| Sodio | mg/L | 0.03 | 10.85 |
| Niquel | mg/L | 0.0007 | <0.0007 |
| Fosforo | mg/L | 0.07 | 0.018 |
| Plomo | mg/L | 0.003 | <0.003 |
| Antimonio | mg/L | 0.008 | <0.008 |
| Selenio | mg/L | 0.0005 | <0.0005 |
| Silicio | mg/L | 0.0070 | 0.0084 |
| Estanio | mg/L | 0.004 | <0.004 |
| Estroncio | mg/L | 0.0005 | 0.0800 |
| Talo | mg/L | 0.0005 | <0.0005 |
| Titanio | mg/L | 0.04 | <0.04 |
| Urenio | mg/L | 0.000001 | <0.000001 |
| Vanadio | mg/L | 0.00050 | <0.0005 |
| Zinc | mg/L | 0.0030 | 0.1031 |
| Mercurio | mg/L | 0.0003 | 0.0070 |

"L.D.M.": Límite de Detección del Método

(a) Los métodos indicados han sido subcontratados por un laboratorio acreditado.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

NOTA:

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

Anexo 14: Informe de ensayo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 102123013

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 08230032
 N° de Protocolo : 102123013
 Cliente : KENYI ROBERTO CABRERA TTICA
 Dirección legal del cliente : Agua natural
 Muestra(s) declarada(s) : Calidad de agua
 Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Remoción de metales pesados (Hg y Zn) con carbón activado de *Helianthus annuus* en humedales de Ventanilla, distrito de Ventanilla, 2023
Lugar del proyecto: Ventanilla
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
 Forma de Presentación : 01 frasco de plástico de primer uso de 1000mL por muestra
 Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 01-21013
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-01-21
 Fecha de inicio del Análisis : 2023-01-21
 Fecha de Emisión de Informe : 2023-01-30

| Código de Laboratorio | 01-21013 | | |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------|
| Código de Punto de Muestreo | CA - 01 | | |
| Descripción del Punto de Muestreo | Humedales Ventanilla | | |
| Fecha Inicial / Hora de Muestreo | 19-01-2023 10:22 Hrs | | |
| Fecha Final / Hora de Muestreo | 19-01-2023 11:00 Hrs | | |
| Tipo de Muestra | Agua natural | | |
| Coordenadas del Punto de Muestreo | E 0267037 N 8686680 | | |
| Parámetros físicoquímicos | | | |
| Parámetro de Ensayo | Unidades | Límite de Cuantificación de Método | Resultados |
| Mercurio (Total y Disuelto) | mg/L | 0.0005 | 0.0070 |
| Zinc (Total y Disuelto) | mg/L | 0.0012 | 0.1031 |



Metodologías

| Parámetro | Método de Referencia |
|-----------------------------|---|
| Mercurio (Total y Disuelto) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. (VALIDADO MODIFICADO) |
| Zinc (Total y Disuelto) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method. |

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Quím. Fred A. Arcoño Sevilla
 C.O.P. 1438
 Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

1 de 1

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su alteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
 Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

Anexo 16: Resultados de los últimos monitoreo.

IV. RESULTADOS

| ITEM | | 1 | 2 | 3 | |
|---|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | M/MA-0141-1 | M/MA-0141-2 | M/MA-0141-3 | |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | CA-01 | CA-02 | CA-03 | |
| COORDENADAS UTM WGS 84: | | N: 8686680 E: 0267003 | N: 8686680 E: 0267003 | N: 8686680 E: 0267003 | |
| MATRIZ: | | AGUA | | | |
| GRUPO: | | NATURAL | | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | GMU-IN-001 | | | |
| MUESTREO | | FECHA: | 2023-02-03 | 2023-02-03 | 2023-02-03 |
| | | HORA: | 14:15 | 14:40 | 14:50 |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | RESULTADOS | | |
| pH ^(C) | unidades de pH | Resolución 0.01 | 6.55 | 7.21 | 5.50 |
| Conductividad ^(C) | uS/cm | Resolución 0.01 | 26100.00 | 28500.00 | 28900.00 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾ | mgO ₂ /L | 0.4 | 21.00 | 20.50 | 22.00 |
| Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾ | mgO ₂ /L | 2.0 | 48.00 | 40.00 | 44.00 |
| Turbidez ⁽²⁾ | NTU | Resolución 0.01 | 25.00 | 32.00 | 42.00 |
| Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ⁽¹⁾ | NMP/100mL | 1.8 | 28x10 ³ | 22x10 ³ | 24x10 ³ |

L.D.M.*: Límite de Detección del Método

(C) Medición en Campo.

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS.

(2) Los métodos indicados han sido acreditados por INACAL -DA

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

NOTA:

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

IV. RESULTADOS

| ITEM | | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------|--------|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO : | | | MMA-0141-1 | MMA-0141-2 | MMA-0141-3 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE : | | | CA-01 | CA-02 | CA-03 |
| COORDENADAS UTM WGS 84 : | | | N: 8888880 E: 0267000 | N: 8888880 E: 0267000 | N: 8888880 E: 0267000 |
| MATRIZ : | | | AGUA | | |
| GRUPO : | | | NATURAL | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO : | | | GMJ-IN-001 | | |
| MUESTRO | | FECHA : | 2023-02-03 | 2023-02-03 | 2023-02-03 |
| | | HORA : | 14:35 | 14:40 | 14:50 |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | RESULTADOS | | |
| Mecales Totales TM | | | | | |
| Plata | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Antimonio | mg/L | 0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Aluminio | mg/L | 0.0000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 |
| Arsénico | mg/L | 0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Boro | mg/L | 0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Bario | mg/L | 0.0004 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 |
| Berilio | mg/L | 0.0011 | <0.0011 | <0.0011 | <0.0011 |
| Bismuto | mg/L | 0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Calcio | mg/L | 0.010 | 20.545 | 20.440 | 20.174 |
| Cadmio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Cerio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Cobalto | mg/L | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 |
| Cromo | mg/L | 0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| Cobre | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Hierro | mg/L | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Potasio | mg/L | 0.005 | 1.054 | 1.045 | 1.033 |
| Litio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Magnesio | mg/L | 0.0003 | 0.2040 | 0.1210 | 0.2200 |
| Manganeso | mg/L | 0.0000 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Molibdeno | mg/L | 0.0007 | <0.0007 | <0.0007 | <0.0007 |
| Sodio | mg/L | 0.000 | 10.114 | 9.448 | 9.140 |
| Níquel | mg/L | 0.0007 | <0.0007 | <0.0007 | <0.0007 |
| Fosforo | mg/L | 0.010 | 0.018 | 0.018 | 0.018 |
| Plomo | mg/L | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| Selenio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Silicio | mg/L | 0.0010 | 0.0084 | 0.0081 | 0.0080 |
| Stroncio | mg/L | 0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| Tantalo | mg/L | 0.0004 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Talio | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 |
| Titanio | mg/L | 0.04 | <0.04 | <0.04 | <0.04 |
| Vanadio | mg/L | 0.0000 | <0.0000 | <0.0000 | <0.0000 |
| Mercurio | mg/L | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Zinc | mg/L | 0.0000 | <0.0000 | <0.0000 | <0.0000 |

"L.D.M.": Límite de Detección del Método

Anexo 17: Informe de ensayo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N°LE-147



INFORME DE ENSAYO N°: IE-MA-23-0066-2

I. DATOS DEL SERVIDO

| | |
|--------------------------------|--|
| 1. RAZÓN SOCIAL | : KENYI ROBERTO CABRERA TRICA |
| 2. DIRECCIÓN | : LIMA |
| 3. PROYECTO | : TRENDICION DE METALES PESADOS (Pb y Zn) CON CARBÓN ACTIVADO DE HELIANTHUS ANNUUS EN HUMEDALES DE VENTANILLA, 2023* |
| 4. PROCEDENCIA | : VENTANILLA |
| 5. SOLICITANTE | : KENYI ROBERTO CABRERA TRICA |
| 6. ORDEN DE SERVICIO N° | : OSI N° 015822023 |
| 7. PLAN DE MONITOREO | : PM N° 00222023 - 2 |
| 8. MUESTREADO POR | : QUIMPETROL PERÚ S.A.C. |
| 9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2023-03-15 |

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. MATRIZ | : AGUA |
| 2. NÚMERO DE MUESTRAS | : 3 |
| 3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 2023-02-04 |
| 4. PERÍODO DE ENSAYO | : 2023-02-04 al 2023-03-15 |

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

| ENSAYO | NORMA REFERENCIA | TÍTULO |
|------------------------------|---|----------------------------------|
| pH ^(C) | SMEWW-APWA-AWWA-WEF Part 450-H-9, 23 rd Ed.2017 | pH Value Electrometric Method |
| Conductividad ^(C) | SMEWW-APWA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23 rd Ed.2017 | Conductivity - Laboratory Method |

(C) Los métodos indicados han sido acreditados por INACAL-DA
(C) Medición en Campo.

*SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater


CARLOS PRUDENCILO MENDOZA PUENTE
JEFE DE LABORATORIO Y OPERACIONES
Quimpetrol Perú S.A.C.

Anexo 18: Servicio de laboratorio DAXEN LAB



DAXEN LAB

LABORATORIO TECNOLÓGICO Y AMBIENTAL DAXEN S.A.C.
CAL. LAS ORQUIDEAS MZ. A3 LT. 26 URB. LA PLANICIE ETP
II, CARABAYLLO - LIMA - LIMA

Celular:
977754088 - 955178471

R.U.C. N° 20607185001

BOLETA DE VENTA
ELECTRÓNICA

B001-00000001

NOMBRE: KENYI ROBERTO CABRERA TTICA

DNI: 70853280

DIRECCIÓN: MZ.D5A LT.25 ASENT.H.PRINCIPE DE ASTURIAS VILLA EL SALVADOR LIMA LIMA

EMISIÓN: 2023-02-18

MONEDA: SOL (PEN)

| CANTIDAD | CÓDIGO y DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|------------|---|-----------------|-----------------|
| 1 SERVICIO | POR EL SERVICIO SEGÚN LA COTIZACIÓN CS-23-0033-R0 CANCELACIÓN | 1,200.000 | 1,200.00 |
| | OP. GRAVADA | | 1,016.95 |
| | IGV | | 183.05 |
| | IMPORTE TOTAL (S/) | | 1,200.00 |

SON: UN MIL DOSCIENTOS CON 00/100 SOLES



Wa06TmDFh/JD9Y11qpH/1rxM03c=

Representación Impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA. Consultar validez en [APISUNAT.com/buscar](https://apisunat.com/buscar)

Anexo 19: Carta a expertos para evaluación de instrumentos.



CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Lima, 27 de enero del 2023

Jave Nakayo Jorge Leonardo

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de Helianthus annuus en humedales del distrito de Ventanilla, 2023”**, a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”** por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,



.....
Cabrera Ttica, Kenyi Roberto
DNI: 70853280



.....
Chero Albán, Daniela Irene Rene
DNI: 74743946

Anexo 20: Constancia de aceptación de instrumentos.



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "**Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en humedales del distrito de Ventanilla, 2023**", de los autores Cabrera Ttica, Kenyi Roberto y Chero Albán, Daniela Irene Rene, estudiantes del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Lima, 27 de enero del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Jave Nakayo Jorge Leonardo".

Ing. :Jave Nakayo Jorge Leonardo

CARGO: Docente UCV

Especialidad: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

DNI:01066653

CIP N° 43444

Anexo 21: Matriz de ponderación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Jave Nakayo Jorge Leonardo
 Cargo o institución donde labora: Docente UCV
 Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
 Instrumento de evaluación: Fichas de recolección de Datos
 Autor (s) del instrumento (s): Cabrera Tlica Kenyi Roberto, Chero Alban Daniela Irene Rene

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE

(2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE

(3) ACEPTABLE

| CRITERIOS | INDICADORES | Inaceptable | | | | | | Mínimamente aceptable | | | Aceptable | | | |
|----------------------|---|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | | | | | | X | | | |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | | | | | | X | | | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental. | | | | | | | | | | X | | | |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | | | | | | X | | | |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental. | | | | | | | | | | X | | | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la teoría y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | | | | | | X | | | |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | | | | | | X | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | | | | 85 | | | |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 27 de enero del 2023

Anexo 22: Constancia de aceptación de instrumentos



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

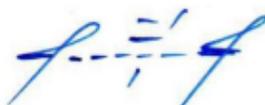
Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "**Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de Helianthus annuus en humedales del distrito de Ventanilla, 2023**", de los autores Cabrera Ttica, Kenyi Roberto y Chero Albán, Daniela Irene Rene, estudiantes del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Lima, 27 de enero del 2023



Ing.: Aguilar Rojas Roger Franco

CARGO: Ingeniero Ambiental

DNI: 42979987

CIP N°: 128379

Anexo 23: Matriz de ponderación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres:

Cargo o institución donde labora:

Instrumento de evaluación: Fichas de recolección de Datos

Autor (s) del instrumento (s): Cabrera Tisca Kenyi Roberto, Chero Alban Daniela Irene Rene

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE

(2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE

(3) ACEPTABLE

| CRITERIOS | INDICADORES | Inace ptable | | | | | | Mínimamente aceptable | | | Aceptable | | | |
|----------------------|--|--------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | | | | | | | X | | |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | | | | | | | X | | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental. | | | | | | | | | | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | | | | | | | X | | |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental. | | | | | | | | | | | X | | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | | | | | | | X | | |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | | | | | | | X | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | | | | | 90 | | |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 27 de enero del 2023

Anexo 24: Constancia de aceptación de instrumentos



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "**Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de *Helianthus annuus* en humedales del distrito de Ventanilla, 2023**", de los autores Cabrera Ttica, Kenyi Roberto y Chero Albán, Daniela Irene Rene, estudiantes del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Lima, 27 de enero del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Chauca Ccanto Fiorela", written over a horizontal line.

Ing.: Chauca Ccanto Fiorela

DNI: 70762193

CIP N° 293649

Anexo 25: Matriz de ponderación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Chauca Ccanto Fiorela
 Cargo o institución donde labora: Biorep SAC
 Especialidad o línea de investigación: Estudios de Impacto Ambiental
 Instrumento de evaluación: Fichas de recolección de Datos
 Autor (s) del instrumento (s): Cabrera Tica Kenyi Roberto, Chero Alban Daniela Irene Rene

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

| CRITERIOS | INDICADORES | Inace ptable | | | | | Mínimamente aceptable | | | Aceptable | | | | |
|----------------------|---|--------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | | | | | | X | | | |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales. | | | | | | | | | | X | | | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental | | | | | | | | | | X | | | |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | | | | | | X | | | |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental | | | | | | | | | | X | | | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | | | | | | X | | | |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | | | | | | X | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | | | | X | | | |

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

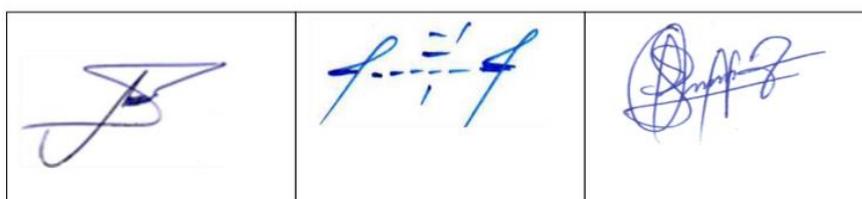
85%

Lima, 27 de enero del 2023

Anexo 26: instrumentos de guía de observación directa.

Anexo 2: Guía de observación directa

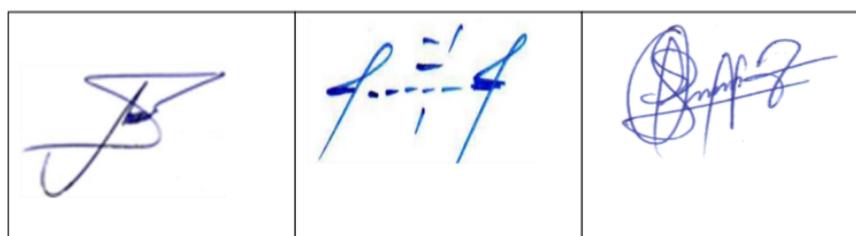
| TÍTULO: Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla, 2023 | | | | | | | |
|---|---|------|--------|----------------------------|---------------------------|-----------|---------------|
| Prueba | Dosis del carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> y Metales pesados (Hg y Zn) removidos | | | | | | |
| | Coordenadas | | Altura | Dosis | Metales pesados (Hg y Zn) | | Observaciones |
| | Norte | Este | MSNM | | Mercurio (Hg) | Zinc (Zn) | |
| Pre tratamiento | | | | 0 gr/L. de carbón activado | | | |
| T1 | | | | 2 gr/L. de carbón activado | | | |
| T2 | | | | 3 gr/L. de carbón activado | | | |
| T3 | | | | 4 gr/L. de carbón activado | | | |



Anexo 27: Instrumentos de guía de observación directa.

Anexo 3: Guía de observación directa

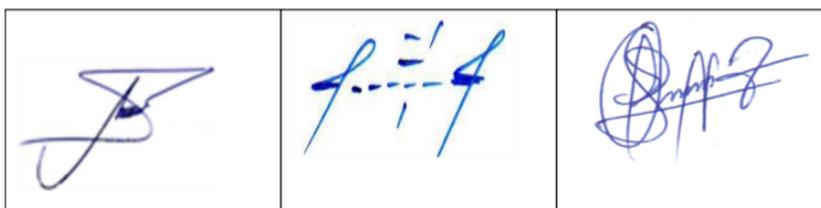
| TÍTULO: Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla, 2023 | | | | | | | | |
|---|-------------|------|--------|----------------------------------|-------------|----------|-------------------------|---------------|
| Tratamiento | Coordenadas | | Altura | Características físicas del agua | | | | Observaciones |
| | Norte | Este | MSNM | Densidad | Temperatura | Turbidez | Conductividad eléctrica | |
| Pre tratamiento | | | | | | | | |
| T1 | | | | | | | | |
| T2 | | | | | | | | |
| T3 | | | | | | | | |



Anexo 28: Instrumentos de recolección de datos.

Anexo 4: Fichas de recolección de datos

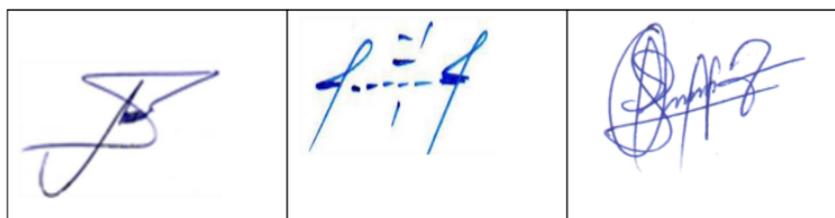
| TITULO: Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla, 2023 | | | | | | | | |
|---|-------------|------|--------|-----------------------------------|-----|-----|-------|---------------|
| Tratamiento | Coordenadas | | Altura | Características químicas del agua | | | | Observaciones |
| | Norte | Este | MSNM | pH | DBO | DQO | Plomo | |
| Pre tratamiento | | | | | | | | |
| T1 | | | | | | | | |
| T2 | | | | | | | | |
| T3 | | | | | | | | |



Anexo 29: Instrumentos de recolección de datos.

Anexo 4: Fichas de recolección de datos

| TITULO: Remoción de mercurio y zinc con carbón activado de semillas de <i>Helianthus annuus</i> en humedales del distrito de Ventanilla, 2023 | | | | | | | | |
|---|-------------|------|--------|-------------------------------------|--|--|--|---------------|
| Tratamiento | Coordenadas | | Altura | Características biológicas del agua | | | | Observaciones |
| | Norte | Este | MSNM | Coliformes fecales | | | | |
| Pre tratamiento | | | | | | | | |
| T1 | | | | | | | | |
| T2 | | | | | | | | |
| T3 | | | | | | | | |





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Remoción de Mercurio y Zinc con carbón activado de semillas de Helianthus annuus en el Humedal de Ventanilla, Lima 2023", cuyos autores son CABRERA TTICA KENYI ROBERTO, CHERO ALBAN DANIELA IRENE RENE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 03 de Marzo del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO DNI: 01066653 ORCID: 0000-0003-3536-881X | Firmado electrónicamente por: JJAVEN el 15-03- 2023 22:15:25 |

Código documento Trilce: TRI - 0535585