



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a
diferentes concentraciones por Eleocharis Montevidensis,
empleando sistemas de humedales artificiales.**

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

AUTORA:

Huillca Mayta, Deysi Araceli (ORCID:0000-0003-1561-4358)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID:0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, que es todopoderoso por proveerme con salud y sabiduría siendo mi guía en cada paso que doy, y permitirme llegar a este momento.

A mis padres Eloy Huillca y Florinda Mayta que siempre han estado a mi lado, por su gran comprensión, base de principios y valores.

A mi querido esposo e hija Luis Martínez y Danna Martínez que son los motivo para el desarrollo de mis metas y estar día a día acompañándome.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme siempre fortaleza, voluntad para superar todas las dificultades y haberme encaminado en cada paso de mi desarrollo profesional cumpliendo mis metas.

A mis amados padres por brindarme su confianza y su gran amor incondicional, así también educarme con valores y apoyarme con alentadores consejos para la realización de esta investigación.

A mi Esposo por seguir a mi lado apoyándome en mi formación superior, así como su comprensión en cada momento de mi vida.

A la Mgtr. Sonia Pilar Yufra Cruz, por sus amplios conocimientos, indicaciones y orientación siendo mi apoyo en la presente investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo, por permitirme realizar este estudio brindando las herramientas que necesito, Así como los docentes y la enseñanza.

Al Asesor Mgtr. Samuel Carlos Reyna Mandujano, por la instrucción y sabiduría que nos guio en el desarrollo de las diferentes etapas de la tesis.

Por último, a todas aquellas personas que he conocido en mi vida profesional agradezco su amistad, apoyo y conocimientos. Que han sido un gran soporte en momentos difíciles.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de graficos y figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización:.....	22
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis ..	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5 Procedimiento	26
3.6. Métodos de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIÓN	64
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	68
ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Estándares de calidad Ambiental para agua (DS. 004 -2017-MINAM)...	14
Tabla 2. Tecnologías de Fitorremediación	16
Tabla 3. Cálculo de factores de bioconcentración de metales pesados	19
Tabla 4. Diseño y Codificación del tratamiento de Cromo Total.....	22
Tabla 5. Composición elemental del Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$)	29
Tabla 6. Preparación de la solución requerida base con relación al porcentaje del Cromo.....	30
Tabla 7. Peso final requerido del dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en relación al porcentaje del compuesto	30
Tabla 8. Peso total requerido para el tratamiento.....	31
Tabla 9. Métodos de ensayo	34
Tabla 10. Estándares de calidad Ambiental para aguas de categoría 3 (agua para riego de vegetales)	35
Tabla 11. Capacidad fitorremediadora media de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> según los factores de bioconcentración para cromo a diferentes concentraciones de exposición.....	49
Tabla 12. ANOVA- Evaluación de pH en función del tiempo.....	51
Tabla 13. ANOVA- Evaluación de Conductividad eléctrica en función del tiempo.....	52
Tabla 14. ANOVA- Evaluación de la temperatura en función del tiempo	52
Tabla 15. ANOVA- Adaptación de individuos según el tiempo.....	53
Tabla 16. ANOVA - Longitud de folio mayor en función al tiempo.....	53
Tabla 17. ANOVA- número de brotes según el tiempo	54
Tabla 18. ANOVA – cantidad de raíces en función del tiempo.....	54
Tabla 19. ANOVA- Longitud mayor de raíces en función del tiempo	55
Tabla 20. ANOVA- Capacidad fitorremediadora de <i>Eleocharis montevidensis</i> en la parte (tallo – hoja).....	56
Tabla 21. ANOVA- capacidad fitorremediadora de <i>Eleocharis montevidensis</i> en la parte subterránea (raíz).....	56

Índice de Gráficos y Figuras

<i>Figura 1.</i> Representación esquemática de la técnica de fitorremediación.....	15
<i>Figura 2.</i> Ubicación de las lagunas de oxidación del sector PIRS.....	27
<i>Figura 3.</i> Ubicación de la población de estudio	27
<i>Figura 4.</i> Diseño del humedal artificial de flujo continuo.....	29
<i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo del proceso de experimentación.....	32
<i>Figura 6.</i> Valores registrados de los diferentes tratamientos en función del nivel de concentración y tiempo de exposición.....	38
<i>Figura 7.</i> Variación de pH en función del tiempo de exposición de <i>Eleocharis montevidensis</i> a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo	39
<i>Figura 8.</i> Variación de conductividad eléctrica en función al tiempo de exposición de la <i>Eleocharis montevidensis</i> a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo.....	40
<i>Figura 9.</i> Variación de la temperatura en función al tiempo de exposición de <i>Eleocharis montevidensis</i> a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo.....	41
<i>Figura 10.</i> Cantidad promedio de folios por tratamiento experimental de <i>Eleocharis montevidensis</i> según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo	42
<i>Figura 11.</i> Numero promedio de longitud mayor de folios por tratamiento experimental de <i>Eleocharis montevidensis</i> según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo	43
<i>Figura 12.</i> Numero promedio de brotes por tratamiento experimental de <i>Eleocharis montevidensis</i> según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.	44
<i>Figura 13.</i> Cantidad promedio de raíces por tratamiento experimental de <i>Eleocharis montevidensis</i> según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.	45

<i>Figura 14.</i> Promedio de la longitud mayor de raíces por tratamiento experimental de <i>Eleocharis montevidensis</i> según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.	46
<i>Figura 15.</i> Concentración de Cromo en tallo – hoja de <i>Eleocharis Montevidensis</i> según el nivel de concentración de cromo y tiempo de exposición.	47
<i>Figura 16.</i> Concentración de Cromo en Raíz de <i>Eleocharis Montevidensis</i> según el nivel de concentración de cromo y tiempo de exposición.....	48
<i>Figura 17.</i> Zona de Recolección de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i>	118
<i>Figura 18.</i> Sustrato grava negra de 1 cm aproximadamente para tratamiento....	118
<i>Figura 19.</i> Adaptación de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> previo al tratamiento	119
<i>Figura 20.</i> Pesado de cromo en balanza de precisión.....	119
<i>Figura 21.</i> Preparación de las soluciones con cromo para los tratamientos.....	120
<i>Figura 22.</i> Instalación <i>Eleocharis montevidensis</i> en los humedales.....	120
<i>Figura 23.</i> Monitoreo de parámetros fisicoquímicos	121
<i>Figura 24.</i> Instalación de los humedales artificiales de flujo continuo para los tres tratamientos.....	121
<i>Figura 25.</i> Vista del crecimiento de la especie <i>E. montevidensis</i> en el humedal de flujo continuo	122
<i>Figura 26.</i> Toma de muestras de agua de los humedales de flujo continuo.....	122
<i>Figura 27.</i> Sistema para el envío de muestra de agua a laboratorio	123
<i>Figura 28.</i> Selección y medición de la planta para su análisis	123
<i>Figura 29.</i> Envío de muestras de partes aéreas (tallos-hojas) y raíz para el laboratorio.	124

Resumen

El cromo es un elemento contaminante para el medio ambiente y nocivo para la salud de las personas, En el Perú la contaminación por cromo se debe al uso de producción del cuero para el calzado y ha ido en aumento debido a la informalidad de las empresas y al bajo control por parte de las entidades fiscalizadoras.

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales. Donde se empleó un diseño experimental de tipo Bloques al Azar (DBA) para observar el efecto de la exposición a diferentes concentraciones de cromo; sobre las variables de tolerancia de la planta, Concentración del cromo en la planta (raíz y tallo-hoja) y la concentración en el medio. Formado por 03 grupos experimentales de cromo con 03 repeticiones cada uno; los cuales estuvieron compuestos por 10 individuos de *Eleocharis montevidensis* para cada Humedal artificial en un periodo de 45 días de exposición.

De los resultados obtenidos en la investigación, los parámetros fisicoquímicos no influenciaron durante el tratamiento y se mantuvieron similares dentro de los rangos establecidos por los ECA para aguas categoría 3: riego de vegetales. La planta presento alta tolerancia a la exposición de cromo a diferentes concentraciones. Así mismo presentó altos niveles de bioacumulación para cromo total; incluso para las exposiciones más altas (30mg/L) con factor de Bioconcentración (parte aérea) de 13.86, bioacumulación (raíz) de 22.03 y el factor de translocación presentó valores intermedios (0.63).

Finalmente se concluye que la especie *Eleocharis montevidensis* presenta alta capacidad fitorremediadora para cromo y un alto potencial bioacumulador en la parte aérea y raíces, siendo su rol estabilizador de este metal; con la ventaja de gran adaptabilidad y capacidad de regeneración por ser una planta perene y puede ser considerado una alternativa viable para el tratamiento aguas contaminadas con cromo.

Palabra clave: Cromo, Fitorremediación, Humedales artificiales, *Eleocharis montevidensis*.

Abstract

Chromium is a polluting element for the environment and harmful to people's health. In Peru, chromium pollution is due to the use of leather production for footwear and has been increasing due to the informality of companies and to under control by the supervisory entities.

The purpose of the present study was to evaluate the phytoremediation capacity of chromium at different concentrations by *Eleocharis montevidensis*, using artificial wetland systems. Where an experimental design of the Random Blocks (DBA) type was used to observe the effect of exposure to different concentrations of chromium; on the tolerance variables of the plant, Chromium concentration in the plant (root and stem-leaf) and the concentration in the medium. Formed by 03 experimental chromium groups with 03 repetitions each; which were composed of 10 individuals of *Eleocharis montevidensis* for each artificial wetland in a period of 45 days of exposure.

From the results obtained in the research, the physicochemical parameters did not influence during the treatment and remained similar within the ranges established by the ECAs for category 3 waters: vegetable irrigation. The plant presented high tolerance to chromium exposure at different concentrations. Likewise, it presented high levels of biocumulation for total chromium; even for the highest exposures (30mg / L) with Bioconcentration factor (aerial part) of 13.86, bioaccumulation (root) of 22.03 and the translocation factor presented intermediate values (0.63).

Finally, it is concluded that the *Eleocharis montevidensis* species has a high phytoremediation capacity for chromium and a high bioaccumulative potential in the aerial part and roots, being its stabilizing role of this metal; with the advantage of great adaptability and regeneration capacity for being a perennial plant and can be considered a viable alternative for the treatment of water contaminated with chromium.

Keyword: Chromium, Phytoremediation, Artificial wetlands, *Eleocharis montevidensis*.

I. INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo industrial, ha ocasionado el aumento de los residuos sólidos y por ende la cantidad de elementos tóxicos esparcidos en el ambiente los cuales son nocivos para la salud del ser humano y del medio que los rodea. Los efectos que causan las diferentes actividades industriales son diversos uno de los más resaltantes son el deterioro de recursos naturales y la contaminación de los medios agua, aire y suelo. Actualmente se han desarrollado técnicas para la descontaminación originada por metales pesados dentro de ellos se encuentra la fitorremediación una técnica económica y ecológica sin presentar efectos destructivos en suelos, basada en la utilización de plantas que permiten la absorción de metales pesados, regeneración de lugares contaminados y el crecimiento del vegetal debido a su capacidad acumulativa. (Ashraf *et al.*, 2019, p. 721)

El auge de la industria del cuero se inició en Europa, la producción de las tenerías en países como Asia y América trajo consigo una serie de impactos. Con el fin de conservar el medio ambiente se aplican una serie de medidas de control ambiental y el empleo de nuevas tecnologías que reducen la generación de contaminantes; En Latinoamérica los países que se dedican al cuero no cuenta con un buen manejo y disposición de los residuos, al ser altamente contaminante rebasa su capacidad de tratamientos consecuentemente genera grandes costos para su recuperación invirtiendo cada vez más, En su gran mayoría las empresas que trabajan en curtiembre son pequeñas y medianas; empleando tecnologías antiguas e incluso productos nocivos para generar más ganancias a un bajo costo, uno de los principales contaminantes que se encuentra es el cromo y más de un 85% de los cueros son tratados con este producto.(Martínez y Romero, 2017, p. 118)

En el Perú a nivel de América latina es el cuarto productor de calzado, en los últimos años ha experimentado una caída debido al ingreso del cuero chino de material sintético. Las principales ciudades que producen cuero en el Perú son: Lima con un 60% de producción, Trujillo un 20% y Arequipa con un 15%. (Molina, 2019, p. 4). Por otra parte, a finales del 2018 existían 3.669 empresas fabricantes de calzado y está compuesto por: microempresas con un 24% de producción, empresas pequeñas, 36% y por último empresas medianas con 40% de producción.

En la actualidad muchas de las curtiembres se encuentran en informalidad debido a la baja demanda que se presenta y para generar mayores ingresos realizan el trabajo en sus propias casas, dejando atrás los métodos convencionales empleando químicos nocivos. violando normas ambientales y al no ser supervisada como consecuencia ponen en riesgo la salud de sus trabajadores. (Salazar y Torres, 2020, p. 12). El crecimiento urbano en la región de Arequipa ha ocasionado que se ubique a las industrias de las curtiembres en el Parque Industrial Río Seco (PIRS) con la finalidad de que realicen sus procesos de transformación de piel a cuero, desde este ámbito la problemática se encuentra situada en la disposición de sus efluentes que poseen un alto contenido de materia orgánica, sulfatos, cromo y discurren hacia una laguna de oxidación que ha colapsado con el tiempo. ocasionando degradación del medio ambiente, malos olores y malestar a la población de zonas aledañas. (Gonzales *et al.*, 2017, p. 11) por otro parte el deficiente ordenamiento territorial ocasiona que se encuentren viviendas en los alrededores del Parque Industrial Río Seco provocando que los habitantes tengan molestias por los malos olores del agua sin tratar, mala disposición de los residuos sólidos. A raíz de todo esto llevó a que las autoridades ambientales realicen inspecciones específicamente sobre los efluentes generados y la incorrecta disposición de los residuos sólidos.

En el año 2017 se realizó una Evaluación Ambiental por el Organismo De Evaluación y Fiscalización Ambiental en el ámbito del PIRS consto de acciones de monitoreo de agua, sedimentos y muestreo de suelos. Si bien La laguna de oxidación fue construida por el gobierno regional de Arequipa con una capacidad de 28000 m³ para el tratamiento de los efluentes del PIRS, en la actualidad está rebasada de su capacidad teniendo contacto con el suelo y otros medios, por otra parte, la cantidad de industrias que se encuentran distribuidas a lo largo de las 3 etapas del PIRS con una extensión de 200 hectáreas son: curtiembres con un porcentaje del 57%, industrias de pegamento (Colerías) 7% y el 40 % lo representa otras industrias como laboratorios, embotelladoras, alimentos balanceados entre otros y sin tomar en cuenta las actividades secundarias que se desarrollan que son la agricultura y la explotación de manera artesanal de las canteras del sillar. En conclusión, la evaluación ambiental da a conocer que, del monitoreo realizadas en relación al contaminante cromo en las zonas 1(Distrito de Cerro Colorado) de los

10 puntos de muestreo, la concentración de cromo total supero los ECAs para agua de categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en donde el máximo valor es de 18.73 mg/L del punto QA-03 y el mínimo de valor 1.066 mg/L del punto QA-07, todos los puntos se encuentran ubicados en la descarga de las aguas residuales hacia la Quebrada Añashuayco.(González *et al.*, 2017, p. 75)

El sector Parque Industrial de Río Seco alberga diferentes empresas de las cuales la mitad de ellas son empresas que se dedican al cuero siendo un 53% de empresas en el Perú. (Gonzales *et al.*, 2017, p. 12) la industria de las curtiembres en Arequipa especialmente las de pequeña escala no pueden acceder a métodos de tratamiento para sus efluentes debido a los altos costos. (Zapana *et al.*, 2020, p. 13). Sin embargo, las pequeñas curtiembres para evitar desaparecer y poder subsistir necesitan utilizar otras técnicas y modelos que se encuentren dentro de los estándares ambientales (Rendulich, 2020, p. 1). Por todo lo antes expuesto surge el método de fitorremediación, es una estrategia utilizada en los últimos años, que usa especies de plantas hiperacumuladoras especialmente para metales pesados en el tratamiento de varios contaminantes presentes ya sea en agua o suelo. (Nedjimi, 2021, p. 1), según (Pandey y Bajpai, 2018, p. 35) las plantas a ser utilizadas deben de cumplir ciertas características: ser plantas nativas, de crecimiento, desarrollo de raíces y hojas de forma rápida, ser desagradable para el consumo de los animales estas estrategias deben de ser respaldadas legalmente y regulada a nivel nacional e internacional consiguiendo reemplazar los enfoques convencionales.

En base a todo lo expresado anteriormente que surge la siguiente interrogante ¿Cómo evaluar la capacidad fitorremediadora para Cromo Total por la especie *Eleocharis montevidensis* empleando sistema de humedales artificiales?, los problemas específicos: ¿Cómo determinar los parámetros de PH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición a cromo de *Eleocharis montevidensis*?, ¿Cómo determinar la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis* para el contaminante cromo? y ¿Cuál es la capacidad fitorremediadora para cromo de *Eleocharis montevidensis*?

Según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 45) la justificación de la investigación debe exponer las razones del estudio según sea su finalidad, utilidad y en beneficio de

quienes serían, si bien esta justificación debe ser expuesta, así como también comprobar si es necesaria manifestando su importancia científica respondiendo las mayores de interrogantes que una investigación plantea para tener una base sólida. La justificación práctica de la presente investigación se realizó para comprobar la capacidad fitorremediadora de la especie *Eleocharis montevidensis*, para la absorción de cromo presentes en agua según el método de humedales artificiales, así como el nivel de tolerancia de la especie demostrando su capacidad fitorremediadora; reflejando proyecciones a futuro sobre las propiedades de la especie *Eleocharis montevidensis*. Según la justificación teórica se realiza para dar conocimiento sobre las características de esta planta en el uso de fitorremediación para contaminantes de cromo y la necesidad de recuperación de las áreas contaminadas por este mismo. De la misma manera, la justificación metodológica de la investigación proporciona una alternativa eficaz, económica y sostenible con el medio ambiente debido a que se utiliza especies que son naturales procedentes de la región de Arequipa sin utilizar algún método que implique compuestos químicos a costos elevados para la recuperación de estas áreas. Y por último la justificación social la cual da a conocer una nueva alternativa a los problemas socio ambientales con rápido efecto de recuperación a áreas contaminadas y una vez demostrada su eficacia poder emplearlo en proyectos de zonas de recuperación.

El objetivo general de la investigación que se planteó, fue evaluar la capacidad fitorremediadora para Cromo Total por la especie *Eleocharis montevidensis* empleando sistemas de humedales artificiales. Como objetivo específico: Determinar los parámetros de PH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición de *Eleocharis montevidensis* a Cromo, Determinar la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis* para el contaminante cromo y Determinar la capacidad fitorremediadora para cromo de *Eleocharis montevidensis*.

Se plantea como hipótesis general de la investigación, que la especie *Eleocharis montevidensis* puede ser empleada en sistemas de humedales artificiales para tratar aguas contaminadas con Cromo. las hipótesis específicas son: Es posible determinar los parámetros fisicoquímicos de pH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición de *Eleocharis montevidensis*, Es posible determinar la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis* para el

contaminante cromo y por ultimo Es posible determinar la capacidad fitorremediadora para cromo de *Eleocharis montevidensis*.

II. MARCO TEÓRICO

La investigación comprende como antecedentes internacionales los siguientes trabajos previos relacionados con el tema de investigación y se aprovecharon como referencia.

Según Saját *et al.*, (2020). En el artículo “Evaluación del potencial de fitorremediación de cromo de algunas especies de plantas de Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán”. Se analizaron 61 especies de plantas para cromo en suelos, se midió la concentración de cromo en hojas y brotes. Fueron 38 plantas que mostraron fitoestabilización de cromo en la raíz, de las cuales la mayor concentración se mostró en las raíces de *Cannabis sativa* (1233.3mg/kg) mientras que en los brotes de *Allium griffithianum* concentró cromo en (568,33mg/ kg). Sin embargo, la fitoextracción de cromo se dio en las siguientes especies *Osularia adenotricha*, *Catharanthus roseus*, *Allium griffithianum*, *Himalaiella heteromalla*, *Stellaria media*, *Salvia moorcroftiana* y *Marrubium vulgare*.

Adicionalmente la investigación de Amin *et al.* (2019). En el artículo “Evaluación de la Fito-toxicidad, Fito-tolerancia y Fito-acumulación del cromo utilizando plantas de biocombustible para una fitorremediación efectiva”. Se realizó con 6 especies de plantas sometidas a 8 concentraciones de cromo de rango de 0 a 100 mg/kg de suelo en un periodo de 12 semanas siendo el resultado la disminución de crecimiento, clorofila y la acumulación de cromo es mayor en las raíces que en los brotes.

Por su parte Rahbarian *et al.*(2019). En el artículo “Efectos del cromo sobre antioxidantes enzimáticos / no enzimáticos y niveles de oxidantes de *Portulaca oleracea L.*”.se utilizó el compuesto dicromato de potasio para estudiar los efectos en la planta Verdolaga sobre el crecimiento, eficiencia de fotosistema II, índice de estabilidad de membrana celular, índice de estrés oxidativo y propiedades antioxidantes en 5 concentraciones (0,25,50,75,100 ppm de cromo por kg de suelo) con un periodo de 60 días, dio como resultado que las concentraciones de cromo fueron mayores en raíz que en los brotes considerándola apta para la tolerancia al cromo.

A nivel nacional en nuestro país se presentan como antecedentes los siguientes trabajos, Según Flores (2018). En su tesis titulada “Propuesta de simulación de remoción parcial de cromo en suelos contaminados utilizando como fitorremediadora el *Tagete sp marigold*, 2018”. Se planteó Simular la absorción parcial de cromo en suelos contaminados con la especie *Tagete sp marigold*, logrando acumular 785 mg/kg, 338 mg/kg, 468 mg/kg y 559 mg/kg de cromo en los diferentes tejidos de la planta conjuntamente utilizo diferentes mezclas de suelo de 25%, 50%, 75% en un periodo de 60 días. La planta *Tagete Sp Marigold* acumulo un total de 559 ppm de cromo del suelo contaminado y demostrando que es una planta con capacidad fitorremediadora.

Así mismo, Díaz (2019). En su tesis “Fitoextracción de cromo en plantas de *Chenopodium murale*, *Baccharis salicifolia*, *Eleocharis montevidensis* y *Tessaria integrifolia* y su relación con la respuesta fisiológica y bioquímica”. Se utilizaron 4 especies de plantas con el propósito de caracterizarlas en diferentes concentraciones de cromo (III) entre los rangos de 0 a 800 mg/l, de los resultados se obtuvo que la especie *C. murale* tiene potencial de Fitoestabilización de cromo y7 un rango muy bajo de acumulación del mismo en el vástago sin embargo las otras tres especies *B. salicifolia*, *T. integrifolia* y *E. montevidensis* acumularon cromo en concentraciones expresadas en peso seco: 27.12 µg/g, 18.89 µg/g y 41.19 µg/g respectivamente. Concluyendo que la especie *E. montevidensis* posee mayor Fitoextracción que las demás plantas.

Adicionalmente Cortes y Flores (2017) en la tesis “Evaluación In Vitro de la Taruya (*Eichhornia Crassipes*) Como agente biorremediador en aguas contaminadas con Cromo”. se emplearon la especie de planta Taruya con el fin de hallar la efectividad de remoción de cromo en cursos de agua contaminada. Se utilizó trióxido de cromo en agua para la exposición a cromo en plantas durante 17 días, dio como resultado la reducción de concentración de cromo en porcentajes de 65.38%, 69.57%,65.36% a las concentraciones iniciales se muestra una eficiencia de la especie *Eichhornia crassipes* en la remoción de cromo.

En el ámbito peruano las industrias del cuero se desarrollan principalmente en las ciudades de Arequipa, Trujillo y Lima. En la región de Arequipa la producción de cuero se trabaja en el sector conocido como Parque Industrial Río Seco, es uno de

los grandes problema ambiental debido a la descarga descontrolada de contaminantes químicos como cromo, sulfuro y materia orgánica que se encuentran en sus efluentes generando un desequilibrio ecológico en relación a la inadecuada disposición; históricamente la ciudad de Arequipa ha producido cuero desde los años 70, empezando inicialmente en Avenida la marina con la primera Curtiembre “Las Américas” propiedad de Pedro P. Díaz. conformaron aproximadamente de 300 a 400 curtiembres, durante los años 90 se trasladaron la mayor parte de las curtiembres a la zona de Río Seco ubicado en el Distrito de Cerro Colorado. (Luque, 2019, p. 11)

El parque industrial río seco descarga grandes cantidades de efluentes aproximadamente 2.5 m³/cuero que son dispuestos en lagunas de oxidación que se encuentran en colapso por el paso del tiempo; el desborde de estas lagunas ocasionó la eutrofización de los suelos y lixiviación de los metales pesados a diferentes destinos. Por otro lado, la falta de un relleno sanitario para disposición de los residuos sólidos de las diferentes empresas ocasiona que se pague a personas no autorizadas para llevarse sus residuos ya sea para quemarlos o tirarlos en algún lugar lejano.(Lazo, 2017, p. 8).

Se define como contaminación de las fuentes de agua a cualquier modificación de las características físicas, químicas y biológicas de la calidad del agua, excediendo los niveles de estándares de calidad de agua convirtiéndola en inadecuada para sus diferentes usos. (ANA, 2020, p. 5). Si bien el recurso hídrico es muy importante para el hombre ya que nuestro cuerpo está compuesto del 70% agua por tal razón se debe consumir agua limpia para evitar diferentes enfermedades a nuestro cuerpo, actualmente es el recurso más utilizado por la industria en varios de sus procesos. Así mismo la contaminación del agua puede darse de dos formas: de manera directa por fuentes antropogénicas debido a la mala administración y almacenamiento; de manera indirecta por fuentes naturales por medio de procesos originados de la naturaleza. (ANA, 2017, p. 33)

Los metales pesados se caracterizan por tener una densidad relativamente alta y son esenciales en bajas concentraciones para las funciones bioquímicas y fisiológicas del cuerpo humano, sin embargo, algunos metales en pequeñas cantidades como el plomo(Pb), el cromo(Cr), el arsénico(As) y el mercurio(Hg) son

tóxicos. (Dyjak, 2017, p. 1). el uso de los metales pesados en la vida diaria ha producido que estos se encuentren en cuerpos de agua sobrepasando los estándares, los mismos que se incluyen en la cadena alimenticia dando como resultado diferentes enfermedades a nivel mundial e inclusive llegar a la muerte.(Rehman *et al.*, 2018, p. 157)

Las fuentes de metales pesados presentes en el medio ambiente son naturales y geológicas que se agrupan generalmente en pequeñas cantidades también incluyen erupciones volcánicas y erosión de las rocas que contienen metales.(Ali, Khan y Ilahi, 2019, p. 2) así mismo, a través de procesos edáficos se agrupan generalmente en pequeñas cantidades (trazas, menores a 1.000 mg.kg. ⁻¹) y no presenta problemas de toxicidad. La acción antropogénica ha alterado los ciclos de la naturaleza concentrando altos niveles de metales pesados, dentro de estas fuentes se tiene: residuos industriales, Fertilizantes, plaguicidas, biosol y estiércol, aguas residuales, residuos domésticos, actividad minera.(Jiménez, 2017, p. 44)

El cromo es un elemento químico de símbolo Cr, valencias 2,3,4,5,6. Se caracteriza por ser un metal de transición y muy resistente a la corrosión, no se encuentra de forma natural como elemento, sin embargo, se presenta como mineral cromita. Existen 4 isótopos naturales del cromo, ⁵⁰Cr, ⁵²Cr, ⁵³Cr, ⁵⁴Cr; y sólo un isótopo que es importante procedente por reacciones radioquímicas ⁵¹Cr tiene un tiempo de vida 27 días y emite rayos gama débiles. (Dewa, 2021, p. 1). Según (Química, 2019, p. 86)El químico francés Nicholas Louis Vauquelin aisló el cromo en 1798 por primera vez nombrándolo cromo en griego “*chroma*” que significa color. En la actualidad se obtiene por medio del mineral Cromita (FeCr₂O₄) adicionando carbono y calentándolo en un horno o reduciéndolo (Cr₂O₃) con aluminio o silicio. Así también el cromo es un elemento duro de color gris acero, de gran dureza y resistente a la corrosión; existente en diferentes formas y se utilizan en varios procesos químicos principalmente para la metalurgia; sin embargo, cuando este metal ingresa al medio ambiente en altas concentraciones lo contamina, por otra parte, al ingresar al organismo por vía digestiva, cutánea y respiratoria, se fija en las proteínas y eritrocitos en bajos niveles pueden ser eliminado por la orina, es esencial en bajas dosis, si es absorbido continuamente causa diversos efectos a la salud.(Villanueva, 2018, p. 1060)

El cromo (III) se encuentra en alimentos y productos de consumo a nivel mundial, consecuentemente el cromo hexavalente está presente en el medio ambiente por fuentes antropogénicas, causando estrés oxidativo, alteraciones genéticas, daño del ADN y cromosómico y mutagénesis. (Desmarías y Costa, 2019, p. 4), por otra parte, según Dewa (2021) el cromo hexavalente es el más tóxico para salud de las personas dependiendo de la exposición y la concentración del compuesto; el ingreso por vía cutánea puede generar alergia y erupciones en la piel, también produce malestar estomacal, problemas respiratorios, debilitamiento sistema inmune, cáncer de pulmón y otras enfermedades. En animales la presencia en aguas superficiales puede causar enfermedades como: daño a las agallas en peces, problemas respiratorios, formación de tumores, infertilidad, defectos de nacimientos y susceptibilidad de contraer otras enfermedades. (p.2)

El cromo en el medio ambiente se encuentra en estados de oxidación Cr(III) y Cr(IV) en presencia de agua o suelos sufren transformaciones como reducción, oxidación, sorción, desorción y precipitación; no es esencial para las plantas, acumulándose principalmente en las raíces y se transporta hacia las partes superiores en concentraciones menores, (Ertani *et al.*, 2017, p. 9). Según (Shahid *et al.*, 2017, p. 528) el cromo es tóxico para las plantas a un nivel de concentración alto influye en procesos fisiológicos, germinación, rendimiento y crecimiento, así mismo al ingresar cromo (IV) su transformación a cromo (III) se debe a la generación de especies reactivas de oxígeno(ROS) en la célula de las plantas. Su sistema de defensa contiene enzimas antioxidantes y oxidantes que evitan la toxicidad del cromo.

El proceso de curtido es una actividad que transforma la piel de un animal en cuero, dependiendo del tipo, particularidad de piel y calidad del producto, consta de 3 etapas básicas descritas a continuación.

En la etapa de ribera tiene como finalidad preparar la piel para el proceso de curtido, humedeciendo con sales las pieles para su desinfección y eliminación de pelos esta etapa requiere gran cantidad de agua la cual posee un pH elevado. Se encuentran diferentes procesos como la recepción de materias primas (las pieles de animales), curado y desinfectado (mediante sales), pelambre (retirar los pelos), descarnado y dividido (la división del cuero en flor y carnaza). (Cordova y Cruz, 2020, p. 8)

La etapa del curtido consiste en estabilizar el colágeno para lo cual se utilizan sales de cromo y sales vegetales o sintéticas; generalmente se usa las sales de cromo trivalentes debido a que el tiempo de tratamiento es menor y a su alta fijación evita la descomposición, el producto obtenido al finalizar esta etapa se denomina “wet blue” debido al color producido por las sales de cromo, seguidamente el escurrido que quita la humedad del “wet blue” un efecto potencial son los efluentes descargados de esta etapa por su alto contenido de cromo que es continuo, la última operación que se realiza es el raspado clasificando su espesor y calidad para la etapa de acabado. (Eppers *et al.*, 2020, p. 7)

La última etapa es el acabado con lleva una serie de operaciones para obtener un producto de calidad, se juntan todos los cueros y procede con un planchado para quitar todas las arrugas que se hayan generado en los procesos anteriores, seguidamente se le realiza el secado ya sea al aire libre dependiendo del clima o mediante uso de aparatos de secado al terminar se realiza un ablandamiento para que sea más flexible, procediendo al pintado y recortado. Finalmente se prensa logrando una textura adecuada y un acabado de calidad.(Cuesta, 2017, p. 35)

Según las normas peruanas que se rigen en la protección y conservación del medio ambiente, donde precisan la disponibilidad y acceso de los recursos naturales sin presencia de agentes nocivos en agua, aire y suelo; siguiendo estas premisas se trabajó bajo las normas del Ministerio del Ambiente que es el ente rector que promueve la conservación y la calidad ambiental de los recursos naturales.

Según la Organización Mundial de la Salud el valor referencial provisional para cromo total es de 0.05 mg/l, así mismo, el número de países que utilizan y establecen un valor normativo de referencia del indicado por la OMS es de 99 países, 3 países establecen un valor superior, 94 países utilizan el valor de referencia que establece la OMS y 1 país que utiliza un valor por debajo de lo establecido por la OMS.(WHO, 2018, p. 12)

Asimismo, la Ley General del Ambiente N° 28611 según el artículo 1 hace referencia que las personas deben proteger su medio ambiente, así como sus componentes; contribuir a una efectiva gestión del medio ambiente asegurando la

salud de las personas y conservación de la diversidad biológica así también el desarrollo sostenible del país.

Los estándares de calidad ambiental son indicadores que miden los niveles de contaminantes químicos que se encuentran en el aire, agua y suelo de esta manera buscan regular y proteger la calidad ambiental (ANA, 2020, p. 10). En el Perú los estándares ambientales para aguas se miden a través del DS. 004-2017-MINAM así mismo si se supera los parámetros determinados se considera un peligro para la salud humana y del medio ambiente. el cual regula los valores de las concentraciones para Cr; de esta manera el D.S. N° 004-2017- MINAM Estándares Nacionales de Calidad ambiental para agua y disposiciones complementarias establece que: “El artículo 3 - trata de las categorías para la aplicación del ECA para agua, se debe considerar lo siguiente para la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de Animales según se muestra en la tabla 1 se establece las concentraciones de cromo total en agua”(MINAM, 2017, p. 17)

Tabla 1. Estándares de calidad Ambiental para agua (DS. 004 -2017-MINAM)

Parámetros	Riego de vegetales	Bebidas de animales
Cromo total	0.1mg/L	1 mg/L

Fuente: MINAM, 2017

La fitorremediación es la técnica que utiliza la vegetación con el propósito de remediar los recursos impactados; su desarrollo generalmente se da in situ, la fitorremediación en suelos depende de la asociación de las raíces de las plantas para la extracciones, acumulación, degradación o inmovilización de los contaminantes; es una alternativa más sostenible, eficaz y amigable para el medio ambiente. El mecanismo que utiliza la planta son los procesos bioquímicos y microorganismos que se encuentran en las raíces reduciendo de manera más rápida los contaminantes en el suelo. (Nguyen *et al.*, 2021, p. 2). Adicionalmente (Ekta y Nainesh, 2018, p. 1486) indica que la técnica de la fitorremediación tiene una serie de ventajas: Es sustentable, se realiza in situ o ex situ, aplicada en lugares que presentan concentraciones de contaminantes, no requiere de personal ni

consumo de energía es a bajo costo, no daña ni produce otros contaminantes al medio ambiente, estéticamente agradable, recicla los recursos (biomasa, recurso hídrico y metales presentes). También tiene desventajas como: tratamiento lento, crecimiento de las plantas depende del cambio de estaciones, puede ser limitado dependiendo a la cantidad de toxicidad, no todas las plantas pueden ser utilizadas esto se depende de la tolerancia o acumulación, uso de plantas que no son del lugar podría alterar la biodiversidad, los cambios de clima desfavorecen a las plantas disminuyendo la eficiencia del tratamiento por otra parte se utiliza espacios relativamente grandes en el proceso.

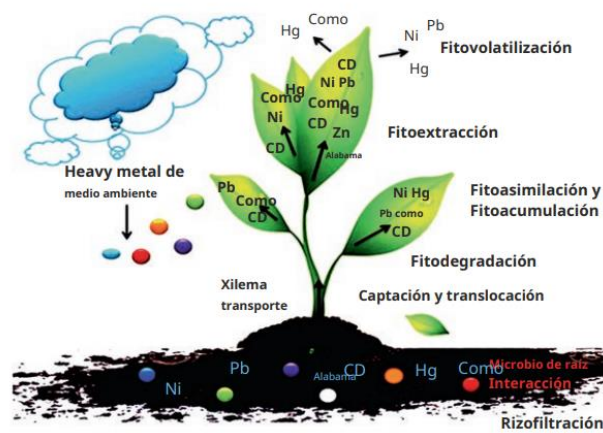


Figura 1. Representación esquemática de la técnica de fitorremediación

Fuente: Khushboo Chaudhary, Swati Agarwal y Suphiya Khan, 2018

Existen diversos métodos de fitorremediación, cada uno se diferencia dependiendo del tipo de planta, capacidad de reducción según el tipo de elemento contaminante y la fuente procedencia ya sea orgánicos e inorgánicos.

Tabla 2. Tecnologías de Fitorremediación

TECNOLOGÍAS	DEFINICIÓN
	Como medio de eliminación
Fitoextracción o fitoacumulación	El uso de plantas para la extracción o absorción de compuestos orgánicos especialmente en las raíces, su transporte y acumulación en las partes aéreas especialmente se utiliza para metales pesados en sedimentos y suelos
Fotodegradación o Fitotransformación	Es la degradación o mineralización en compuestos inofensivos una vez dentro de las plantas mediante el metabolismo se producen enzimas que catalizan degradándose.
Rizodegradación o Fitoestimulación	Se da en las raíces secretando sustancias que los microorganismos del suelo utilizando para su metabolismo degradando contaminantes orgánicos.
Fitovolatilización	Es el proceso en el cual las plantas en crecimiento absorben contaminantes, lo metabolizan y transportan hacia las partes aéreas y por medio de la transpiración expulsarlo a la atmosfera.
	Como medio de contención
Fitoestabilización	Se usan plantas para estabilizar los contaminantes acumulando en las raíces o precipitación rizósfera es efectivo si los suelos tienen alto contenido de materia orgánica y contaminación superficial, evitando que se esparzan por aire o suelo
Rizofiltración	Se da en medio hidropónico las raíces absorben, acumulan y precipitan los contaminantes, se aplica en el recurso hídrico
Fitoimmobilización	las raíces de las plantas tienen la capacidad de contener y reducir los contaminantes mediante reacciones químicas en contacto con el suelo.

Fuente: (Delgadillo, González, Prieto, Villagómez & Acevedo, 2011). Ajustado por las López y Contreras, (2017)

Los humedales son terrenos inundados de agua temporal o permanente, también donde se sitúa el agua cerca de la superficie, en el cual se encuentran presente animales y plantas adaptadas a ese medio, son muy importante debido a que brindan diversidad biológica y servicios eco sistémicos.(Yupanqui, 2019, p. 1) de tal forma que son reservas naturales que influyen en el ciclo del agua como reguladores hidrobiológicos; en el Perú existen diversidad de humedales que necesitan ser protegidos de las acciones antropogénicas; por tal motivo la autoridad

nacional del agua se encuentra desarrollando un inventario nacional de lagunas y humedales para ser utilizada como herramienta de gestión para las diferentes autoridades.

Según el tipo, el humedal artificial es aquel construido antrópicamente y tiene el objetivo de eliminar ciertos contaminantes presentes en el agua; mejoran y optimizan los procesos que ocurren en los ecosistemas humedales naturales, se utiliza habitualmente para depuración de aguas residuales y recientemente para tratamientos de distintos flujos. (Gargallo, 2017, p. 9) son Fito depuradora por el empleo de plantas para la depuración, tienen micro ecosistemas que están conformados por los siguientes elementos: agua como tratamiento circulante, sustrato como soporte de la vegetación y fija los microorganismos en las raíces que son de importancia para la eliminación de contaminantes, vegetación emergente acuática (macrófitas) realizan la absorción, filtración, oxigenación y eliminación de nutrientes con el propósito del agua superficial sea depurada de manera lenta y continua (Carvajal, Zapattini y Quinter, 2018, p. 97). La clasificación de los humedales artificiales depende del flujo en el sistema de esta forma existen dos tipos que son: humedales de flujo superficial consiste en que el agua superficial es poco profunda con una capacidad inferior a 0.4 m, circulando a través de los tallos de las plantas usualmente utilizada como tratamiento final después de los secundarios, por lo contrario los humedales de flujo sub superficial donde el agua fluye por el sustrato poroso subterráneo con una capacidad de 0.6 m dejando al agua no visible así mismo existen dos subdivisiones las cuales son vertical y horizontal generando que el tratamiento sea a menor escala. (Carvajal, Zapattini y Quinter, 2018, p. 99)

Las plantas acuáticas crecen en humedales y riberas de río, según Vidal y Hormazabal (como se citó en Rodríguez & Dellarossa, 1998, p. 74) las macrófitas se clasifican en: plantas libres flotantes se hallan en la superficie del agua, plantas sumergidas son aquellas que están enraizadas al sustrato y solo las flores y hojas se encuentran fuera del agua, plantas natantes son aquellas que solo tienen las hojas fuera del agua, plantas emergentes son aquellas que se encuentran flotando la mayor parte del cuerpo fuera del agua.

El uso de plantas hiperacumuladoras para el almacenamiento o inmovilización de metales son tecnologías cada vez más utilizadas en la actualidad, para que una planta se considere hiperacumuladora debe absorber 100 veces la cantidad de agentes contaminantes en comparación a su medio natural (Bustos, 2021, p. 36). Debido al crecimiento en ciertos ambientes específicos, así como los diferentes factores que afectan la acumulación, las plantas acumuladoras se encuentran en escasez.

Según Sociedad de plantas nativas de California CALSCAPE, La especie *Eleocharis sp. "Montevidensis"* pertenece a la familia Cyperaceae y de género *Eleocharis*, conocida también como arena spikerush se extiende desde américa del sur hasta los estados unidos donde habita en zonas húmedas y arenosas como los manantiales, riberas de ríos o lagos, en la actualidad es utilizada como planta acuática para peceras o ambientes acuáticos. Es una planta perenne de tallos largos y erectos que son de una altura hasta 1.5 metros, de hojas estrechas con un color marrón rojizo o violeta en la base y se aclaran en la puntas las que tienden a secarse hasta tener una textura como el papel, así mismo sus flores son una espiguilla de forma ovalada que brota de la punta del tallo y con un tamaño de menor a 1 cm de largo formada por varias flores con hojas parduscas.(Calscapo, 2021, p. 1)

Las características morfológicas del *Eleocharis montevidensis* según(Mérelles, 2004, p. 192) tiene una vaina superior alargadas, glumas fértiles elípticas redondeadas, su aquenio de tamaño 1.5 con rostro, forma ovoide de color amarillo herrumbroso, superficie punteada, rostro subulado y de setas poligonales de 5-6.

Se encuentra en las plantas la habilidad de permitir diferente concentraciones de metales que se almacenan de manera desproporcionada en el organismo de la planta y son: plantas indicadoras absorben el metal y lo transloca mostrando síntomas de toxicidad, las plantas exclusoras concentran metales pesados a niveles menores de rangos ambientales, las plantas acumuladoras son aquellas que absorben y transloca el metal en sus diferentes partes y no muestran síntomas de toxicidad (Torres, 2018, p. 15). Así mismo, la concentración del metal Cromo en las partes aéreas en donde la planta se considera hiperacumuladora cuando supera

los valores de 1000 mg/Kg de Cromo según Riffo (como cito en Medina y Montano, 2014, pág. 37)

Tabla 3. Cálculo de factores de bioconcentración de metales pesados

FACTOR	CONCEPTO	ECUACIÓN
Factor de bioconcentración (FBC)	Los organismos concentran mediante las partes aéreas(tallo y hojas) y concentraciones de metales en agua acumulando en la biomasa(Pérez, 2020, p. 15)	$FBC = \frac{[\text{concentración de metal}]_{\text{parte aérea del planta}}}{[\text{concentración de metal}]_{\text{en el medio}}}$ <p>Donde, a valores mayores a 1 la especie se considera potencialmente hiperacumuladora en tallo; y valores menores a 1 la especie se considera exclusora del metal en la parte aérea, según Riffo (como cito en Medina y Montano, 2014, pág. 20)</p>
Factor de bioacumulación (FBA)	según (Calderon, 2017, p. 21) es la capacidad de captación de metales en la planta, de esta manera se dan dos factores de bioconcentración en la planta (parte aérea y raíz); para el presente estudio se empleó el factor de bioconcentración en la raíz de la planta.	$FBA = \frac{[\text{concentración de metal}]_{\text{raíz}}}{[\text{concentración de metal}]_{\text{en el medio}}}$ <p>Donde, a valores mayores a 1 la especie se considera potencialmente hiperacumuladoras; y valores menores a 1 la especie se considera exclusora del metal en la parte de la raíz, según Riffo (como cito en Medina y Montano, 2014, pág. 20)</p>
Factor de translocación (FT)	Indica relación a la concentración del metal en los parte aérea y la raíz de la planta.(Bello <i>et al.</i> , 2018, p. 132)	$FT = \frac{[\text{concentración de metal}]_{\text{parte aérea de la planta}}}{[\text{concentración de metal}]_{\text{en la raíz de la planta}}}$ <p>Donde, a valores mayores a 1 sugieren gran capacidad de transportar metales desde la raíz hacia la parte aérea de la planta; se caracterizan por ser plantas hiperacumuladoras. los valores menores a 1 sugieren baja translocación del metal concentrándose más en las raíces considerándolas no acumuladoras y se pueden emplear para fitoestabilización, según Riffo (como cito en Medina y Montano, 2014, pág. 21)</p>

Fuente: Adaptado de Pérez, 2020, Calderón, 2014 y Bello *et al.*, 2018.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicada de enfoque cuantitativo, según Guevara, Verdesoto y Castro (como se citó en A. Alonso, 2016, p. 168). El enfoque cuantitativo se manipula 2 o más variables y se observa el cambio de variables para controlar sus efectos, se considera como éxito si al manipular la variable independiente produce cambios en las variables dependientes y deben de ser de acuerdo a la finalidad de la investigación.

Diseño de investigación:

El diseño de la investigación es experimental de tipo cuasi experimental debido a la selección establecida de grupos de estudio y de manera transversal por la comparación de los grupos en un tiempo definido, según (Hernández y Mendoza, 2018, p. 173). En la presente investigación se empleó un diseño experimental de tipo Bloques al Azar (DBA) para observar el efecto de la exposición a diferentes concentraciones o niveles de exposición a cromo; sobre variables dependientes como tolerancia de la planta (Número y longitud mayor de folios, número de brotes, cantidad y longitud mayor de raíces), Concentración del cromo en la planta (raíz y tallo-hoja) y la concentración en el medio.

Para el estudio las unidades experimentales consistían en 10 individuos fijados en grava y dispuestos en una cubeta con las medicas de 56cm de largo, 33cm de alto y 40 cm ancho (Ver fig. N°3). Las unidades experimentales fueron dispuesta al azar en los tres (03) grupos experimentales para la concentración baja, media y alta; como se muestra en la tabla N° 04, donde:

CBCr: Representa la concentración baja de cromo según los ECAs de agua Categoría 3: riego de Vegetales con presencia de *Eleocharis montevidensis*.

CMCr: representa la concentración media de cromo con la incorporación de *Eleocharis montevidensis*

CACr: representa la concentración alta de cromo con la incorporación de *Eleocharis montevidensis*.

Tabla 4. Diseño y Codificación del tratamiento de Cromo Total

TIEMPO	Tratamiento		
	Nivel de exposición a Cromo Total		
	CBCr (0.1 mg/L de Cr)	CMCr (15 mg/L de Cr)	CACr (30 mg/L de Cr)
15 DÍAS	U.E. CBCr-1	U.E. CMCr-1	U.E. CACr-1
30 DÍAS	U.E. CBCr-2	U.E. CMCr-2	U.E. CACr-2
45 DIAS	U.E. CBCr-3	U.E. CMCr-3	U.E. CACr-3

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Variables y operacionalización:

Variable

Según el tipo de variable están sometidas a diferentes cambios de acuerdo a la investigación con la característica de ser medibles a su vez hallarse presente en el título del estudio.

Variable independiente:

También llamada variables de causa, se manipula en la investigación experimental ocasionando cambios en las variables dependientes; así mismo provienen del problema de la investigación (Cabezas, Naranjo y Torres, 2018, p. 58)

- Nivel de concentración de Cromo en los Humedales artificiales de flujo continuo.
- Tiempo de evaluación de la concentración de cromo en la planta.

Variable dependiente:

Según Alan y Cortez (como se citó en Samperio & Santamaría, 2004, p. 100) Es la variable efecto que depende de las manipulaciones de la variable independiente; experimenta diferentes cambios que permiten obtener mediciones según la conveniencia del investigador.

- Evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis* a la exposición de cromo.

- Cantidad y longitud mayor de folio, número de brotes, cantidad y longitud mayor de raíces.
- Capacidad fitorremediadora de especie *Eleocharis montevidensis* a la exposición de cromo.
 - Concentración de cromo en tallo – hoja y raíz
 - Factores de bioacumulación, bioconcentración y translocación

Variable interviniente:

Son variables que pueden cambiar de manera positiva o negativa los resultados de la investigación. así mismo, intervienen en las variables dependientes; se requiere de un control de las variables intervinientes para poder demostrar que los efectos son debidos a variables independientes.(Cabezas , Naranjo y Torres, 2018, p. 58)

- Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del humedal artificial de flujo continuo con la especie *Eleocharis montevidensis* a diferentes concentraciones de cromo.
 - PH, temperatura y Conductividad

Operacionalización de la variable:

El cuadro de operacionalización de variables se encuentra presente en el Anexo N° 1

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Es el total de individuos u objetos que se pretende investigar, son elegidos según ciertas características para generar información relevante según sea el problema de estudio. (Alan y Cortez, 2017, p. 103) . La población de estudio corresponde a los individuos de la especie *Eleocharis montevidensis* de la provincia de Arequipa, debido a sus diferentes propiedades que la hicieron adecuada para la solución de la problemática de estudio.

Criterios de inclusión

Se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Fácil acceso a la zona donde crece la planta
- Plantas locales de crecimiento rápido
- Adaptación a los cambios del ambiente

Criterios de exclusión

Se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Difícil acceso a la zona donde crece la planta
- No son plantas locales y de crecimiento tardío
- No se adaptan fácilmente a los cambios del ambiente

Muestra

La muestra como parte del universo poblacional permite obtener información simplificada sin tener que generar grandes costos e invertir demasiado tiempo para el estudio. (Cabezas, Naranjo y Torres, 2018, p. 93). Las muestras que se emplearon fueron los individuos de la especie *Eleocharis montevidensis* del sector entre el puente San Martín y el Puente el Fierro; del cercado de Arequipa. y comprendió 90 individuos distribuidos en 09 humedales de flujo continuo agrupados en 03 tratamientos.

Muestreo

El investigador procede a usar la muestra o sujetos de estudio para recolectar y registrar información importante para generar un análisis de la investigación.

(Pérez *et al.*, 2017, p. 1117). El muestreo para los individuos de *Eleocharis montevidensis* fue de tipo no probabilístico y por conveniencia. La muestra tomada fue de tipo no probabilística, ya que la elección fue por conveniencia; se seleccionó a todos los individuos que cumplían las mismas características como: mismo tamaño de hoja y raíz e igual coloración.

Unidad de análisis

El presente estudio tiene como unidad de análisis la especie *Eleocharis montevidensis*, donde se evaluó la capacidad fitorremediadora de cromo en agua empleando humedales artificiales, de esta manera se trabajó en diferentes concentraciones utilizando el compuesto dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). Para trabajar en los mismos niveles de exposición que se encuentra presente en los efluentes de descarga como el caso del parque industrial Rio Seco de la provincia de Arequipa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica de recolección de datos da respuesta a las interrogantes de la investigación debido a que recolectan información relacionada con el método que se está empleando según el objetivo del estudio.(Hernández y Duana, 2020, p. 52)

La técnica de la investigación que se empleó fue de observación donde se registró el comportamiento de los diferentes tratamientos que permitía la interacción de forma directa de las variables, simultáneamente se usó la técnica de documentación para recolección de información y datos durante la investigación.

Instrumentos

Es el medio por el cual se miden los datos que se encuentran en la muestra de esta manera permiten sacar un conjunto de información y son análisis estadístico, entrevistas, encuestas, observación directa entre otras.(Otero, 2018, p. 7)

Los instrumentos fueron los siguientes:

- Revisión bibliográfica: permitió la obtención de información de la investigación consultando diferentes fuentes (tesis, artículos, libros, páginas web)
- Ficha de control de crecimiento de las especies de plantas, permitió observar e identificar las variaciones que se tiene de los individuos expuestos a diferentes concentraciones de cromo total.
- Ficha de registro de parámetros: se midió los parámetros fisicoquímicos en el flujo del agua, permitió recolectar información de la calidad de agua en los humedales artificiales.

Validez y confiabilidad del instrumento

La validación del instrumento se llevó a cabo mediante el juicio de expertos que evaluaron según su experiencia sobre las fichas de control de crecimiento de las plantas, fichas de control de parámetros de la investigación (ver Anexo N° 2 y 3). La confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación está sujeta a los Informes de reportes de análisis de agua y plantas por los laboratorios acreditados por INACAL (ver Anexo N° 5 y 6).

3.5. Procedimiento

3.5.1. Trabajo de gabinete inicial

Se realizó de la siguiente forma:

- Se recolectó información para el tema de estudio de diferentes fuentes.
- Adquisición de materiales para la toma de muestra.
- ubicación geográfica de la especie *Eleocharis montevidensis*
- Se utilizaron protocolos de seguridad ante la situación de COVID19.
- Elaboración de instrumentos de recolección de datos
- Adquisición de materiales para la construcción de los humedales artificiales.

3.5.2. Etapa de campo

Ubicación del área donde se generan altas concentraciones de contaminación por Cromo, ubicado en las lagunas de oxidación del sector PIRS que

corresponde al distrito de Cerro Colorado, de coordenadas 221794.80 m Este, 8189128.27 m Norte de la región de Arequipa.



Fuente: Google Earth

Figura 2. Ubicación de las lagunas de oxidación del sector PIRS

La recolección de muestra de las plantas se realizó de la siguiente manera:

- Se ubicó la especie *Eleocharis montevidensis* en la riberia del Río Chili a la altura del puente de Héroes Navales entre el puente san Martín y puente Fierro, de coordenadas de 228117.35 m Este y 8184298.26 m Norte. Las plantas fueron desenterradas cuidadosamente a fin de evitar el daño de las partes aéreas y raíces, una vez colectadas las plantas, estas fueron trasladadas en envases con agua de la zona a fin de que el estrés por traslado sea el mínimo.



Fuente: Google Earth

Figura 3. Ubicación de la población de estudio

Una vez en la zona de trabajo se procedió a la adaptación de las plantas, para lo cual se tomó en cuenta lo siguiente:

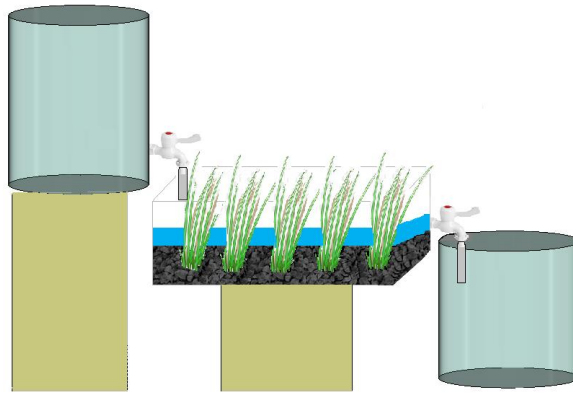
- Lavado con abundante agua corriente
- Separación en unidades homogéneas de individuos (de 15 tallos)
- Adaptación de los individuos con solución de nutrientes (NPK) y enraizante.

Para cada humedal se emplearon 10 individuos, los cuales fueron fijados en el sustrato (grava), para una mejor manipulación y evitar mortandad.

para la construcción de los (09) humedales artificiales de flujo continuo se emplearon los siguientes materiales:

- Sustrato: grava negra de aproximadamente 1 cm de grosor como base para sostener los individuos.
- Recipientes: 9 recipientes (cubetas) de polietileno de medidas 56cm de largo, 33cm de alto y 40 cm ancho, de 70 litros de capacidad utilizados para agregar el sustrato y las plantas.
- Baldes: 18 baldes de polietileno de 20 litros de capacidad empleados para la circulación del agua.
- Manguera: 5 metros de manguera transparente.
- Caños: 18 caños de plástico para el flujo del agua.
- Contratuercas y gomas de cañería: 18 contratuercas y 18 gomas para el ajuste de las cañerías evitando la salida del agua por los costados de la tubería.

Los experimentos fueron llevados cabo en la terraza del domicilio P.J. Independencia en el distrito de Alto Selva Alegre de la provincia de Arequipa.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. Diseño del humedal artificial de flujo continuo

3.5.3. Preparación de las soluciones de exposición de Cromo

Para la preparación de las soluciones se utilizó el compuesto Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$) basado en la relación de sus componentes y sus características como se muestran en la tabla N° 5.

Tabla 5. Composición elemental del Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$)

ELEMENTO	PESO ATOMICO	ATOMOS	TOTAL	%
Cr	52.00	2	103.992	35.35
K	39.10	2	78.197	26.58
O	16.00	7	111.996	38.07
MASA MOLAR g/mol			294.185	100.0

Fuente: Elaboración propia

La preparación de la solución requerida en los tratamientos con relación al porcentaje de cromo (Cr) del compuesto, donde el peso requerido base se muestran en la tabla N° 6.

Tabla 6. Preparación de la solución requerida base con relación al porcentaje del Cromo

Relación Al Porcentaje del Elemento	Concentración Requerida (miligramo)	Concentración requerida Presente (Gramos)	Porcentaje del Elemento en el Compuesto en Formula (%)	Peso Requerido Base g/L
tratamiento - Bajo	0.10000	0.00010	35.35	0.00028
tratamiento - Medio	15.00000	0.01500		0.04243
tratamiento - Alto	30.00000	0.03000		0.08487

Fuente: Elaboración Propia

Se requirieron 0.00028 g/L, 0.04243 g/L y 0.08487 g/L para cada tratamiento; como la formula se encuentra al 99.9% se realiza el siguiente cálculo que se muestra en la tabla N° 7.

Tabla 7. Peso final requerido del dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en relación al porcentaje del compuesto

Relación de da Pureza en Porcentaje del Compuesto	Peso Requerido Base g/l	Porcentaje de Pureza	Peso Final Requerido g/l
tratamiento - Bajo	0.00028		0.0003
tratamiento - Medio	0.04243	99.90%	0.0425
tratamiento - Alto	0.08487		0.0850

Fuente: Elaboración Propia

El resultado del peso final requerido es de 0.0003 g/L, 0.04250 g/L y 0.0850 g/L para el tratamiento Bajo Medio y Alto que se emplearon en los grupos experimentales del humedal artificial.

3.5.4. El Proceso de experimentación

Se inició con la exposición de la especie *Eleocharis montevidensis* al contaminante cromo (Cr). Para lo cual se calculó el peso total requerido en la tabla N°8 en base al consumo total de agua para cada humedal artificial donde:

Tabla 8. *Peso total requerido para el tratamiento*

Consumo total	Peso Final Requerido g/l	Cantidad Requerida (20 litros)	Número de Envases	Total requerido para el tratamiento
tratamiento 1- Bajo	0.0003	0.006	6	0.034
tratamiento 2- Medio	0.0425	0.850	6	5.097
tratamiento 3- Alto	0.0850	1.699	6	10.194

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido el peso para cada tratamiento se realizó el pesaje del compuesto Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$) en una balanza analítica y se preparó la solución madre de la siguiente manera:

- La preparación se inició con la concentración baja continuando con la media y por último el alta.
- En un balde se recolecto 6 litros de agua con una jarra medidora de 1 litro
- Se añadió el peso del compuesto requerido para el tratamiento según tabla N°8.
- Se removió la solución hasta su disolución.

Concluida la preparación de la solución madre se procedió a la preparación de las concentraciones baja, media y alta, para el cual se empleó 6 baldes para cada tratamiento añadiendo 19 litros de agua potable a cada balde y 1 litro de solución madre mezclando homogéneamente para que la concentración quede bien diluida al termino se vierte al flujo continuo de cada humedal. Al inicio de la experimentación se registraron los datos de los parámetros fisicoquímicos.

Para la siembra de la especie *Eleocharis montevidensis* se utilizaron individuos de características similares, antes del sembrado se procedió a llenar las fichas de control de crecimiento de la especie para evidenciar el desarrollo de la especie, al terminar Se colocaron dentro de los humedales de manera aleatoria, se le adiciono 11 kilos de grava negra como sustrato de soporte, enraizante y nutriente (NPK). Así como se muestra en la tabla N° 4.

Al finalizar, la construcción del humedal artificial y puesto en funcionamiento se procedió al calculó el caudal de entrada y salida según formula donde se realizó

mediciones del tiempo en el que tarda en llenarse los recipientes y se obtuvo 4.63 m³/s.

$$Q = \frac{V}{T}$$

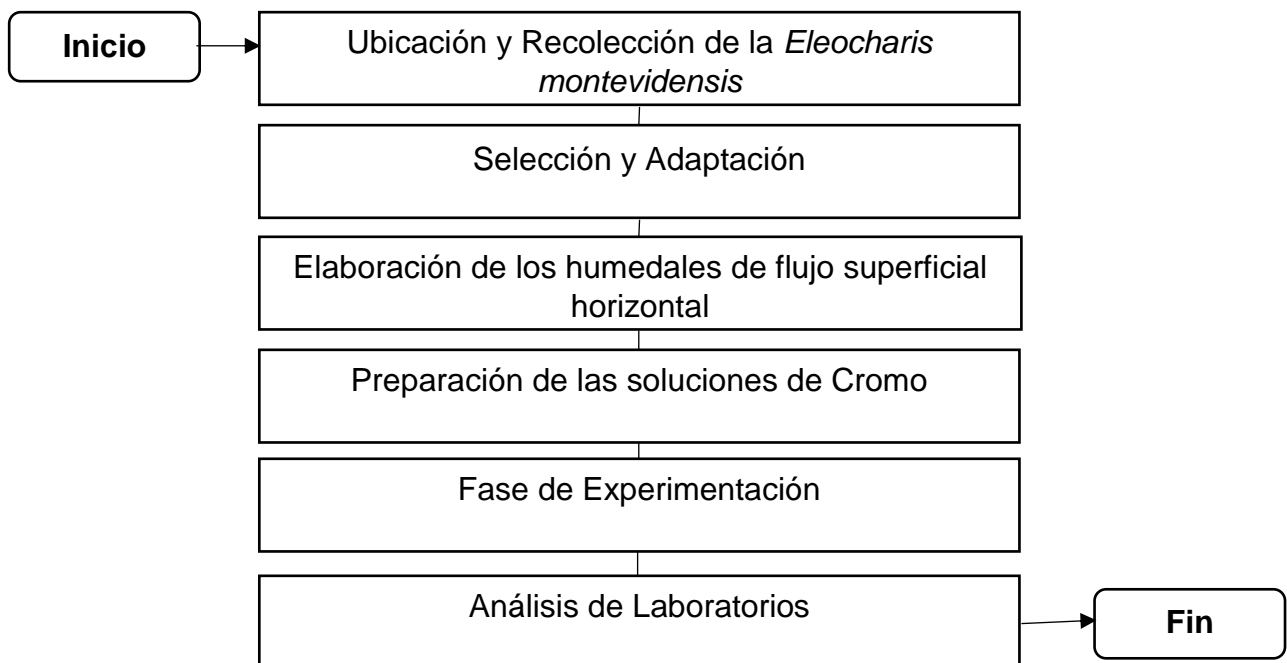
Donde:

Q: caudal m³/s

V: Volumen en m³

T: Tiempo en segundos

3.5.5. Diagrama de flujo del proceso de experimentación



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de experimentación

3.5.6. Etapa de monitoreo del proceso de experimentación

El monitoreo de los (09) Humedales artificiales de flujo continuo se realizaron de la siguiente manera:

- El monitoreo de la tolerancia de las plantas se hizo a través del llenado de las fichas de control de crecimiento en el cual se registró sus variaciones morfológicas una vez por semana desde el inicio al final del tratamiento. de esta manera sus resultados fueron evaluados cada 15 días.
- Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua se empleó un equipo Multiparámetro de marca Apera PC60 y se registraron los datos una vez por semana en la ficha de control de parámetros.
- El monitoreo de los análisis de agua y de plantas se realizaron cada 15 días según diseño experimental (ver tabla N° 4). los primeros 15 días se recolectaron los individuos de tratamiento CBCr-1, CMCr -1y CACr-1, a los 30 días los individuos de tratamiento CBCr-2, CMCr -2 y CACr-2, al finalizar los 45 días los individuos de tratamiento CBCr-3, CMCr-3 y CACr-3. Se consideró el siguiente procedimiento según los protocolos de toma de muestra de los laboratorios:
 - Para la toma de muestra de plantas: selección de los individuos a muestrear, registro de la ubicación en coordenadas de las plantas, separación del tallo-hoja y las raíces, Se pesaron 50 gramos aproximadamente de cada parte y se colocaron en bolsas herméticas para su preservación y traslado al laboratorio de análisis.
 - Para la toma de muestra de agua: Se llenó la cadena de custodia, se utilizó frascos de plásticos de boca ancha de 1 litro de capacidad, Se llenaron los frascos en el flujo continuo de agua del humedal artificial, se codificaron y se refrigeraron para su preservación y traslado al laboratorio.

La cantidad de muestras analizadas por los laboratorios recolectadas cada 15 días fueron 09, conformadas por 03 muestras representativas de agua, 03 muestras de la parte inferior (Raíz) y 03 muestras de la parte superior (Tallo- Hojas) de la planta.

Los métodos de ensayo empleados de los laboratorios Analíticos del sur y BHIOS según la determinación del parámetro Cromo Total son:

Tabla 9. Métodos de ensayo

Laboratorio Analítico del Sur (LAS) - acreditado por INACAL para el análisis de agua	
Parámetro	Método de ensayo
Cromo total	Método 802 EPA 200.7 - Determinación de metales y elemento traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Cromo Total
BHIOS LABORATORIOS S.R.L – acreditado por INACAL para el análisis de plantas	
Parámetro	Método de ensayo
Tallo – hojas	BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011
raíz	BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

Fuente: Elaboración propia

3.5.7. Estándares utilizados para la comparación de parámetros del agua en los humedales artificiales

Para la evaluación del parámetro Inorgánico del metal Cromo Total y los parámetros fisicoquímicos en los humedales artificiales de flujo continuo se tomaron en cuenta los rangos del estándar de calidad ambiental para aguas (ECAs) de categoría 3: Riego de Vegetales donde:

Tabla 10. Estándares de calidad Ambiental para aguas de categoría 3 (agua para riego de vegetales)

Parámetro físico químicos	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	
		Aguas para riego no restringido	Agua para riego restringido
Conductividad	($\mu\text{S/cm}$)	2 500	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	$\Delta 3$	
Parámetros inorgánicos	Unidad de medida	Riego de vegetales	
		Aguas para riego no restringido	Agua para riego restringido
Cromo Total	mg/L	0,1	

Fuente: D.S. N°004-2017 MINAM.

De los parámetros evaluados las concentraciones de conductividad y cromo total son más altas para la subcategoría D2: Bebida de animales (Conductividad :5000 $\mu\text{S/cm}$ y Cromo Total 1 mg/L) a excepción de los otros dos parámetros de pH y Temperatura que son iguales para ambas subcategorías.

3.6. Métodos de análisis de datos

la representación de los resultados fue desarrollada en los programas digitales y análisis estadístico:

- Programa de Microsoft Word: es una herramienta office, que permite la digitalización de información, además de la elaboración de tablas y gráficos de la investigación.
- Programador Microsoft Excel: es una herramienta que permite registrar, organizar y calcular datos en una hoja de cálculo permitiendo la evaluación de los datos proporcionando la obtención de resultados.
- Se utilizó el análisis de varianza ANOVA para contratación de la hipótesis y determinación de diferencias de medias de concentraciones de cromo total en agua en función al tiempo.

3.7. Aspectos éticos

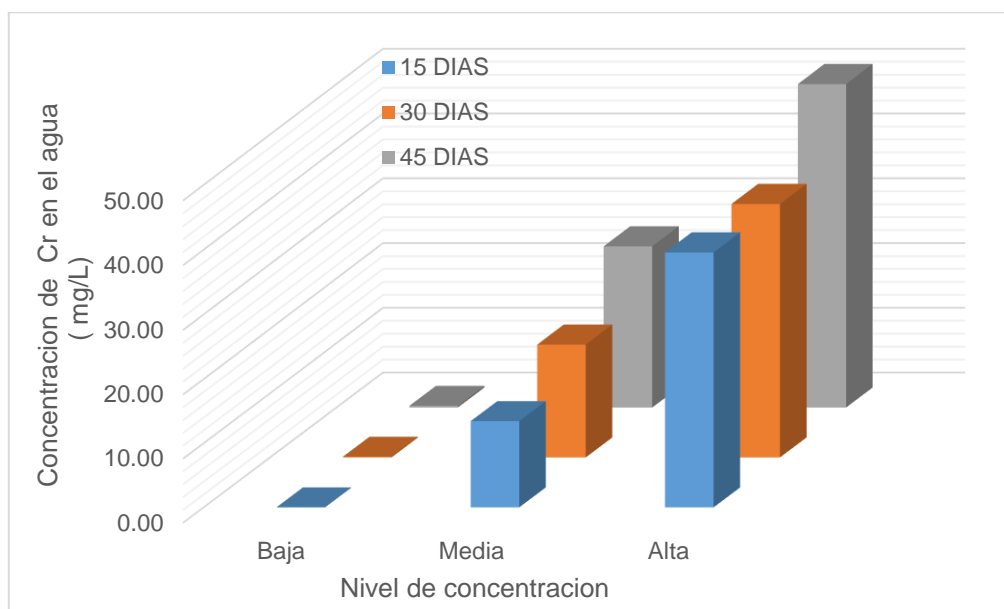
En la investigación se tubo presente en la etapa de recolección de muestra no generar alteración del lugar en el momento de la extracción de la planta a fin de que la especie sea útil para la absorción del contaminante, de la misma manera

han sido respetados todos los derechos de los autores que aportaron con sus conocimientos plasmados en sus respectivas tesis, artículos, libros entre otros, por otra parte, la redacción de las citas bibliográficas se respetó la norma ISO 690 Y 692-2 adaptado a la norma de la International Organization for Standardization (ISO) por último los resultados fueron analizados por laboratorios acreditados por INACAL, los cuales no están sujetos a manipulación y alteración logrando que la investigación sea veraz.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación “Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales”. Son presentados en tablas y figuras estadísticas mostrando su contenido para mejor comprensión, De modo que los tratamientos estuvieron conformados por concentraciones bajas que representaban los estándares de Calidad Ambiental para Agua de riego Agrícola (0.01 mg/L) y la concentración alta (30 mg/L) representaba las máximas concentraciones reportadas para zonas contaminadas con efluentes de curtiembres; y una concentración intermedia (15 mg/L) en base a las máximas contaminación.

A continuación, se presenta los valores registrados para los diferentes tratamientos en el tiempo de evaluación:



Fuente: Elaboración propia

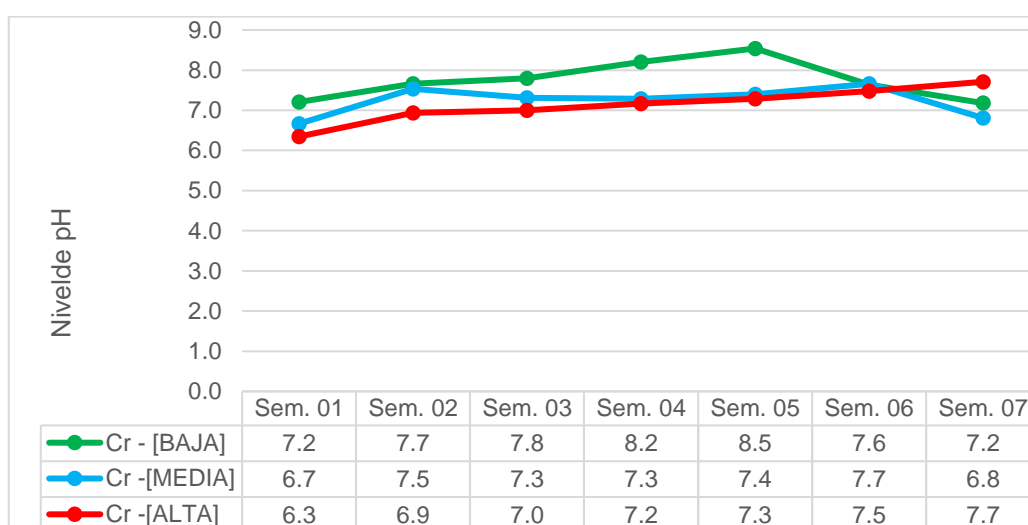
Figura 2. Valores registrados de los diferentes tratamientos en función del nivel de concentración y tiempo de exposición.

En la figura N° 6. Se observó los diferentes niveles registrados para el contaminante Cromo en tiempo de exposición; cabe anotar que cada 15 días se añadía 20 litros de agua contaminada a la misma dosis de exposición con la finalidad de contrarrestar la pérdida por evaporación.

4.1 Evaluación de los parámetros físico químicos (pH, conductividad, temperatura) de la exposición de *Eleocharis montevidensis* en humedal artificial de flujo continuo

Para los parámetros fisicoquímicos de pH, conductividad (CE) y temperatura registrados semanalmente durante el tiempo de exposición con la finalidad verificar su comportamiento.

a. Evaluación del PH según el tiempo de exposición

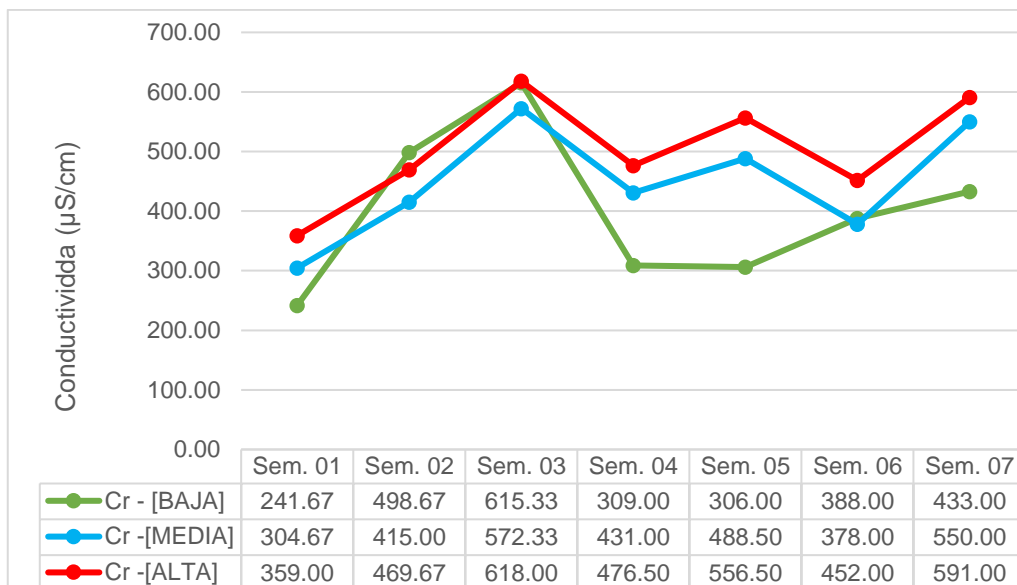


Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Variación de pH en función del tiempo de exposición de *Eleocharis montevidensis* a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo

En la figura N°7. Se observa que la variación del pH en los humedales artificiales, presentaron rangos similares entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino para la concentración baja (7.2 - 8.5), Media (6.7 - 7.7) y alta (6.3 - 7.7). En relación al tiempo se observó una tendencia similar al incremento entre la quinta y sexta semana y una disminución a la séptima semana para las diferentes concentraciones. Esto indica que los valores de pH durante el tiempo de exposición tuvieron un comportamiento similar y no influyeron sobre el tratamiento; así mismo, los valores de pH se encontraron dentro del rango de ECA de agua categoría 3: riego de vegetales de 6.5 a 8.5 (ver tabla N° 10).

b. Evaluación de la conductividad eléctrica según el tiempo de exposición

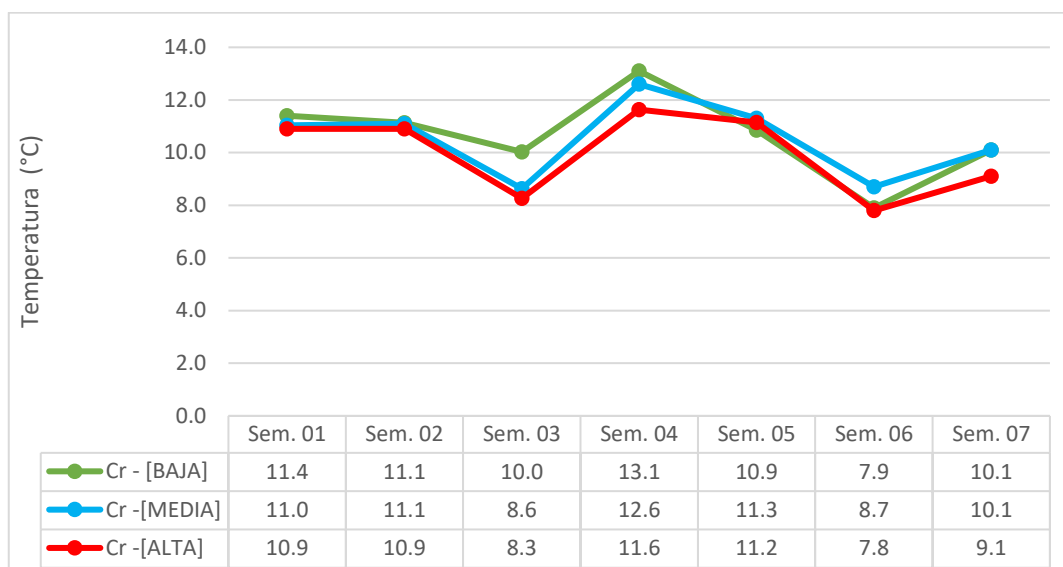


Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Variación de conductividad eléctrica en función al tiempo de exposición de la *Eleocharis montevidensis* a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo

En la figura N° 8. Se observa que los niveles de conductividad eléctrica registraron similares rangos para las concentraciones baja (241.67 – 6.15), media (304.67 – 572.33) y alta (359.00 – 6.18.00). En función al tiempo se observó una tendencia al incremento a partir de la tercera semana; entre la semana 4 y 5 hubo una disminución en la concentración baja con respecto a los valores de las concentración media y alta. Esto nos indica que los rangos de conductividad eléctrica tuvieron fueron similares para las concentraciones baja, media y alta; a excepción de la semana 4 y 5 para la concentración baja. así mismo, se puede indicar que los rangos de conductividad eléctrica estuvieron dentro del ECA para aguas de categoría 3: riego de vegetales de 2 500 µS/cm (ver tabla N° 10)

c. Evaluación de la temperatura según el tiempo de exposición



Fuente: Elaboración propia

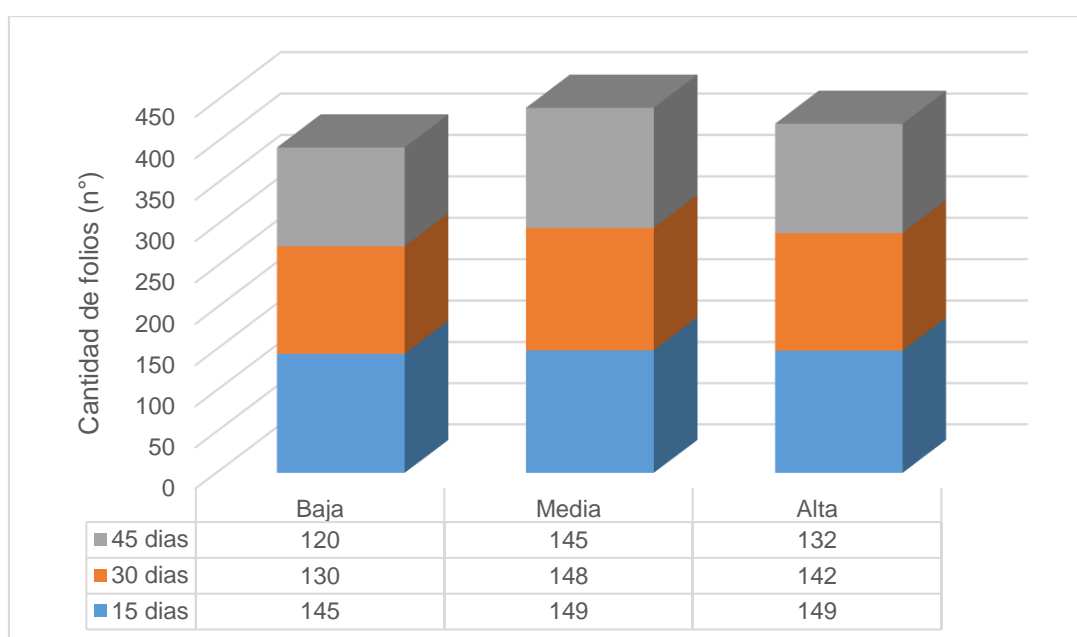
Figura 5. Variación de la temperatura en función al tiempo de exposición de *Eleocharis montevidensis* a diferentes niveles de concentración de cromo en los humedales artificiales de flujo continuo

En la figura N° 9. Se observa la variación de temperatura de los humedales artificiales registraron similares rangos de temperatura para las concentraciones baja (7.9 °C – 13.1°C) Media (8.6 °C – 12.6 °C) y alta (7.8°C – 11.6 °C). En relación al tiempo se observa una tendencia similar para las diferentes concentraciones alta, media y baja. Esto nos indica que los rangos de temperatura son similares y no influyeron absorción de cromo por *Eleocharis montevidensis*.

4.2. Evaluación de la tolerancia de *Eleocharis montevidensis* al Cromo

La evaluación de la tolerancia de *Eleocharis montevidensis* al cromo consistió en la adaptación de los individuos, la regeneración de especie evaluando la cantidad, longitud de folios y raíces.

a. Cantidad de folios

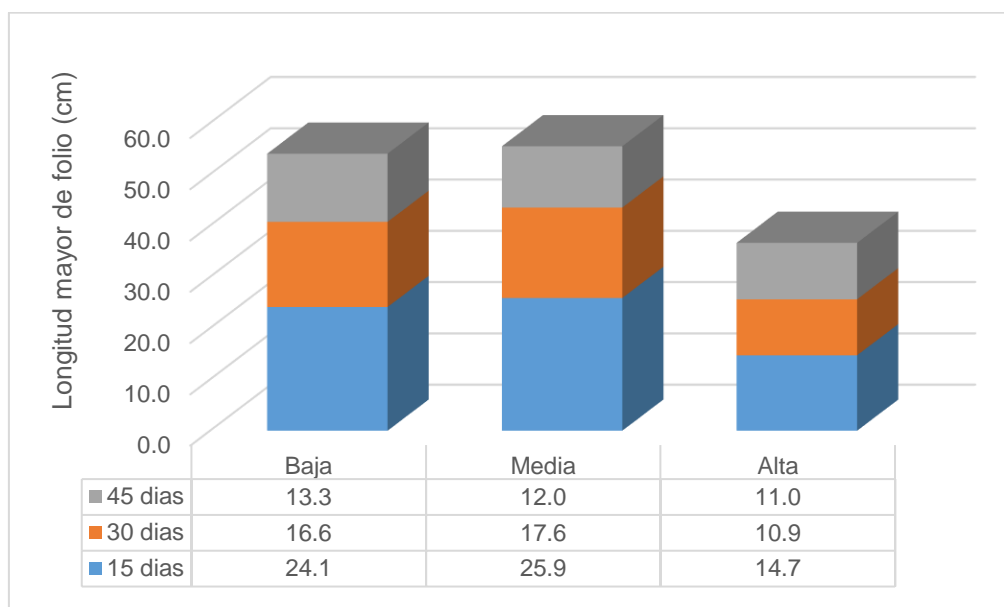


Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Cantidad promedio de folios por tratamiento experimental de *Eleocharis montevidensis* según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo

En la Figura N° 10. Se observa que al final del experimento; los individuos presentaron similar número de folios para los distintos tratamientos de concentración baja (120 folios), media (145 folios) y alta (132 folios). Asimismo, se pudo observar que según el tiempo hubo una tendencia a la disminución del número de folios; de esta manera se presentó en los tratamientos de exposición media, alta e incluso en la baja (valor del ECA para agua de usos agrícola). Esto nos indica que los individuos, se han adaptado a la exposición al cromo en las diferentes concentraciones y en el tiempo.

b. Longitud mayor de folio

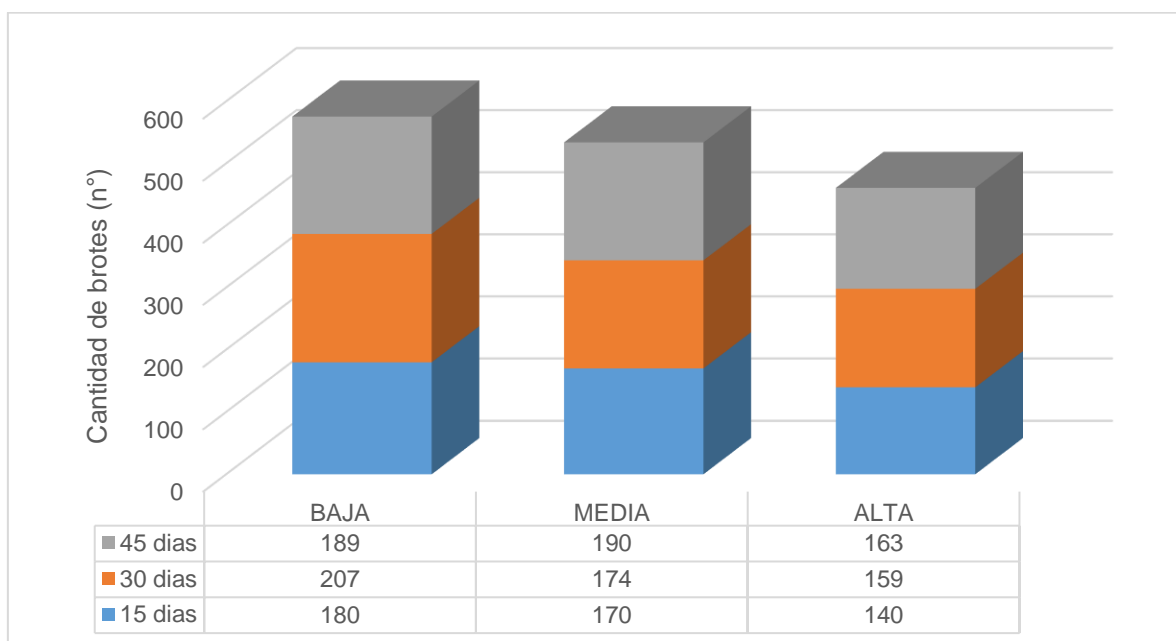


Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Número promedio de longitud mayor de folios por tratamiento experimental de *Eleocharis montevidensis* según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo

En la figura N° 11. Se observa que en el desarrollo de la longitud mayor de folio para la primera evaluación (15 días) se presentó un efecto mayor en la concentración alta con una disminución de folios que llegó a 14.7 cm (respecto al promedio inicial de 29 cm) y en el caso de las concentraciones baja y media las disminuciones fueron menores (24.1 cm y 25.9 cm respectivamente); para la última evaluación (45 días), del efecto de la concentración; los individuos en la concentración alta presentaron una menor longitud de folio (11 cm) a comparación para las concentraciones media (12 cm) y baja (13.3 cm). De acuerdo a esto, se ha observado un efecto mayor en la concentración alta en el tiempo inicial de concentración (15 días) y a mayor tiempo de exposición los tres niveles de exposición mostraron un efecto similar.

c. Número de brotes por tratamiento

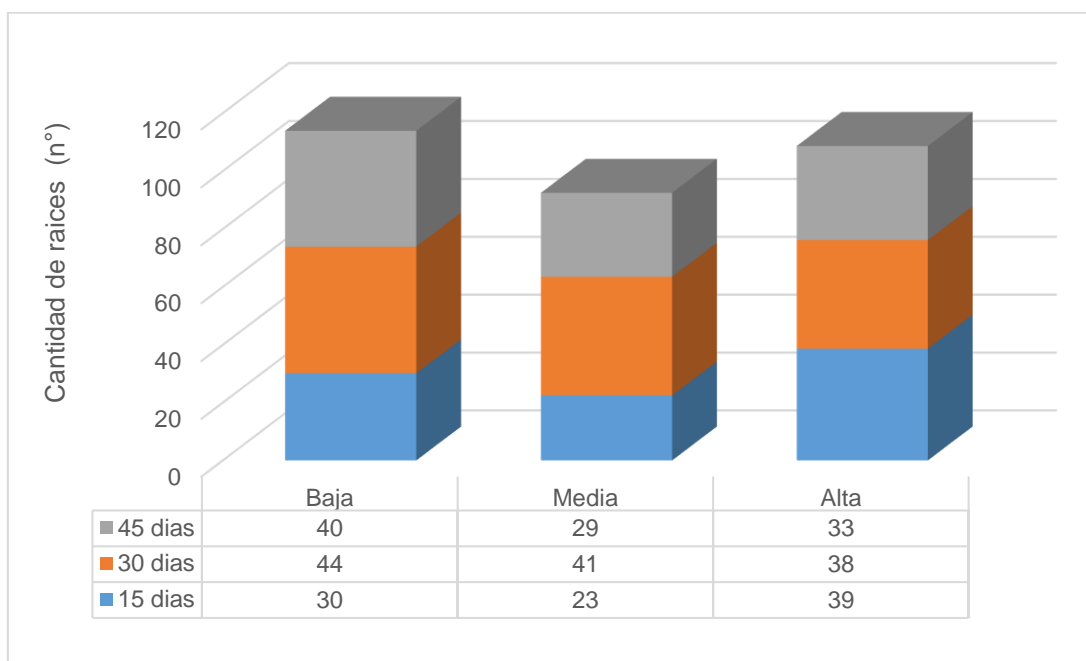


Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Número promedio de brotes por tratamiento experimental de *Eleocharis montevidensis* según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.

En la figura 12. Se observa el número de brotes que presentaron los individuos durante tiempo de exposición a cromo; los individuos presentaron similares cantidades de brotes para la concentración baja (189) y media (190) a excepción de la concentración alta (163) donde se observó un descenso en el número de brotes. En función del tiempo se presentó una tendencia al aumento del número de brotes. Esto indica que los individuos tuvieron una buena adaptación y regeneración frente a la exposición a cromo para las 3 concentraciones y estas fueron mejorando en el tiempo.

d. Cantidad de raíces en función del tiempo de exposición

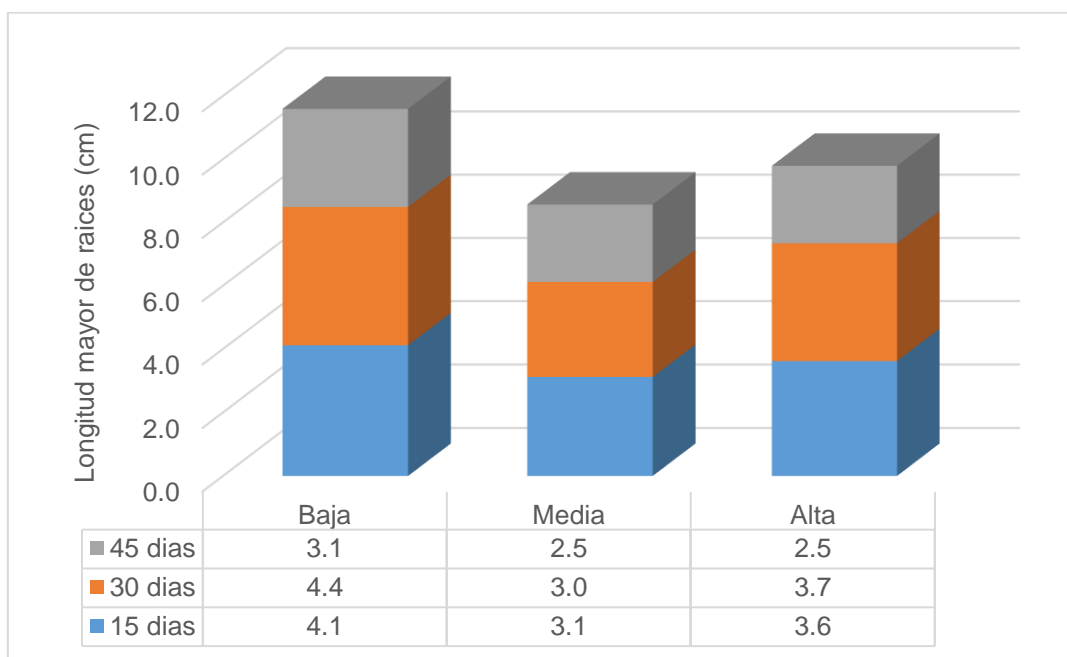


Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Cantidad promedio de raíces por tratamiento experimental de *Eleocharis montevidensis* según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.

En la figura N° 13. Se observa que al finalizar la exposición (45 días), el número de raíces promedio por individuo fue mayor para la concentración baja (40), seguida de la concentración alta (33) y de la concentración media (29). En relación al tiempo se observó alternancia entre el incremento (a los 30 días) y la disminución (45 días). De acuerdo a esto se indica que se presentó un efecto de las concentraciones media (15 mg/L) y alta (30 mg/L) sobre la cantidad promedio de raíces por individuo.

e. Longitud mayor de raíces en función del tiempo de exposición



Fuente: Elaboración propia

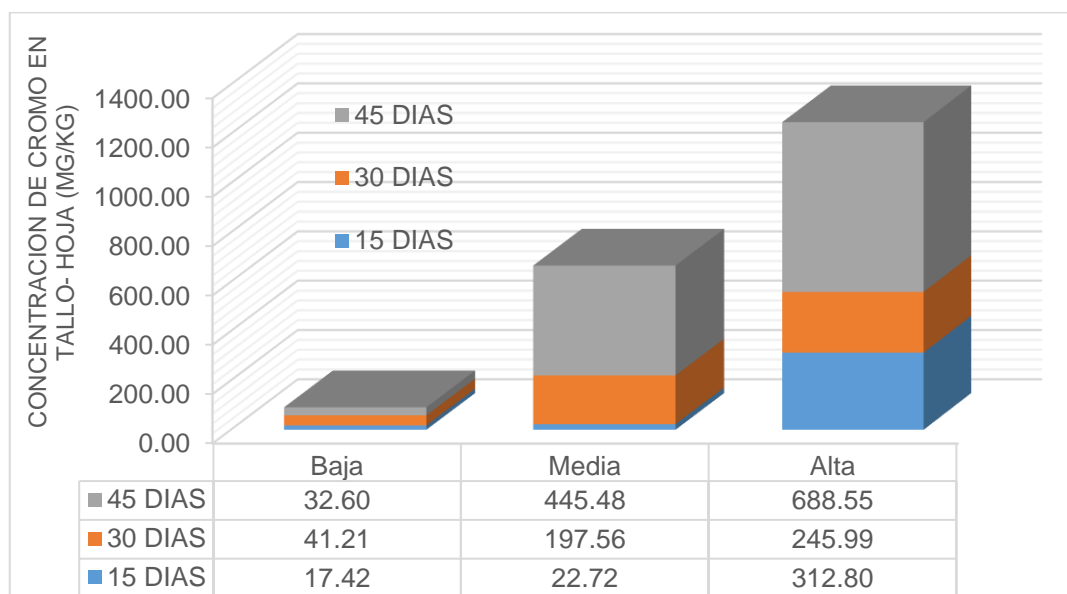
Figura 10. Promedio de la longitud mayor de raíces por tratamiento experimental de *Eleocharis montevidensis* según tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo.

En la figura N° 14. Se observa que en el desarrollo de la longitud mayor de raíces al concluir la investigación (45 días), que el mayor promedio de longitud mayor de raíces lo presentó la concentración baja (3.1 cm) seguida de la concentración media (2.5 cm) y alta (2.5 cm). En función del tiempo se presentó alternancia en aumentar (30 días) y disminuir (45 días) el promedio de la longitud de raíces para las 3 concentraciones. De acuerdo a esto nos indica que hubo efecto en la longitud mayor de raíces para las concentraciones medias (15 mg/L) y alta (30 mg/L).

4.3. Determinación de la Capacidad Fitorremediadora de *Eleocharis montevidensis* para cromo en Humedal artificial de flujo continuo.

Para la determinación de la concentración del contaminante cromo en la especie *Eleocharis montevidensis* se evaluaron los análisis de laboratorio de la parte aérea (tallo – hoja) y la raíz cada 15 días, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

a. Concentración de Cromo En Tallo- Hoja

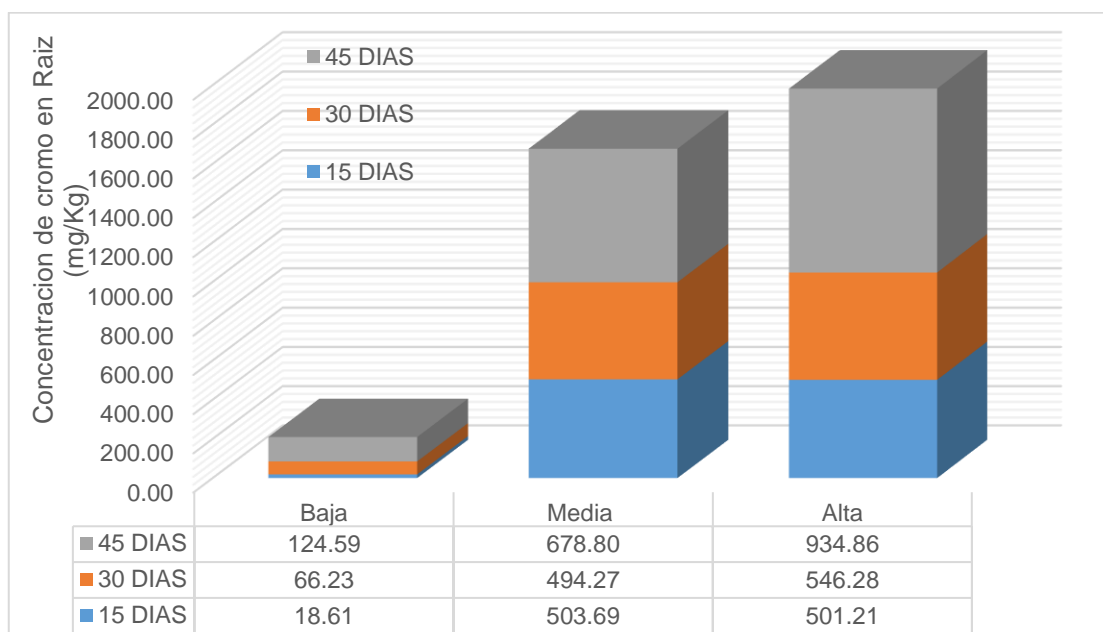


Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Concentración de Cromo en tallo – hoja de *Eleocharis Montevidensis* según el nivel de concentración de cromo y tiempo de exposición.

En la figura N° 15. Se observa la concentración de cromo en tallo – hoja, para la primera evaluación (15 días) los individuos de la concentración baja y media presentaron similares concentraciones de cromo (17.42 mg/kg y 22.72 mg/kg respectivamente), en comparación a la concentración alta (312.80 mg/kg); en la última evaluación (45 días) todos los individuos presentaron altas concentraciones de cromo en tallo - hoja (445.48 mg/kg, 688.55 mg/kg y 32.62 mg/kg respectivamente). En función del tiempo se presentó una tendencia al aumento en concentración de cromo en tallo – hoja para las 3 concentraciones. Esto indica que los individuos tuvieron una buena capacidad de absorción en tallo – hoja a la exposición de cromo para las 3 concentraciones y estas fueron mejorando con el tiempo de exposición.

b. Concentración de Cromo En Raíz



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Concentración de Cromo en Raíz de *Eleocharis montevidensis* según el nivel de concentración de cromo y tiempo de exposición.

En la figura N°16. Se observa la concentración de cromo en la raíz, los individuos para la primera evaluación (15 días) presentaron similares concentraciones de cromo en raíces para la Baja concentración media (503.69 mg/kg) y alta (501.21mg/kg) en comparación a la concentración baja (18.61 mg/kg); para la última evaluación (45 días) los individuos en la concentración alta, media y baja presentaron altas concentraciones de cromo en raíz (934.86 mg/kg, 678.80mg/kg y 124.59 respectivamente). En función del tiempo se presentó una tendencia al aumento en la concentración de cromo en la raíz para las 3 concentraciones. Esto indica que los individuos tuvieron una alta capacidad de absorción en la raíz a la exposición de cromo de las 3 concentraciones y estas fueron aumentando con el tiempo de exposición.

c. Determinación de los factores de bioconcentración

Para la determinación de la capacidad fitorremediadora se aplicaron los factores de concentración de metales como son la bioacumulación, bioconcentración y translocación (ver Tabla N° 3.); para lo cual se evaluó la concentración de Cromo total en la especie *Eleocharis montevidensis*; los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Capacidad fitorremediadora media de la especie *Eleocharis montevidensis* según los factores de bioconcentración para cromo a diferentes concentraciones de exposición.

Concentración Cromo Total	[C] de Cr en el TALLO	[C] de Cr en el RAIZ	FACTOR DE BIOCONCENTRACION (FBC)	FACTOR DE BIOACUMULACION (FBA)	FACTOR DE TRANSLOCACIÓN (FT)
Alta (30 mg/L)	415.78	660.78	13.86	22.03	0.63
Media (15 mg/L)	221.92	558.92	14.79	37.26	0.40
Baja (0.1mg/L)	30.41	69.81	304.11	698.10	0.44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 11. Se observa que en las concentraciones alta y media presentaron valores de bioconcentración en tallo-hoja similares (13.86 y 14.79 respectivamente); y la concentración baja presentó valores de bioconcentración mucho más elevado (304.11); Todas las concentraciones presentaron valores superiores a 1 lo cual significa que tienen potencial acumulador en el tallo y que esto fue mayor a la exposición baja.

Se observa que, para el factor de bioacumulación en raíz, la concentración media presentó valores ligeramente altos (37.26) con respecto a la concentración alta (22.03); La concentración baja presentó valores mayores para la bioacumulación (698.10); así mismo todas las concentraciones presentaron valores superiores a 1 lo cual significa que tiene potencial de acumular cromo en la raíz y esta característica fue mayor en la exposición baja (698.10).

Respecto al factor de translocación se observó que la concentración baja y media presentan similares valores de translocación (0.44 y 0.40 respectivamente); la concentración alta presentó valores de translocación más elevado (0.63). Todas las concentraciones altas, media y baja presentaron valores por debajo a 1 lo cual

significa que especie *Eleocharis montevidensis* acumula mayor cantidad de cromo en la raíz en comparación con la parte aérea; es decir que su comportamiento fitorremediador es principalmente como estabilizador de cromo en el medio.

4.4. Contratación de Hipótesis

Para la contratación de hipótesis se utilizó el método de análisis de varianza (ANOVA) el diseño de dos factores (Nivel exposición o concentración y el tiempo), para todas las tablas se emplearon los valores de confiabilidad de 95% y un margen de error de 5% (equivalente a 0.05).

4.4.1. Evaluación de los parámetros físico químicos (pH, Conductividad y temperatura) de la exposición de *Eleocharis montevidensis* en humedal artificial de flujo continuo.

a. Evaluación de pH en función del tiempo de exposición

Tabla 12. ANOVA- Evaluación de pH en función del tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{experimental}$	Probabilidad	Valor crítico para F
Concentración (Filas)	1.50	2	0.75	5.95	0.02	3.89
Tiempo (Columnas)	1.92	6	0.32	2.53	0.08	3.00
Error	1.52	12	0.13			
Total	4.94	20				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 12, se observa los valores de F_e para factor concentración es (5.95), que fueron mayores a F_c (3.89). Lo cual indicaría hay efectos de la concentración sobre los rangos de pH. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (2.53) fueron menores que F_c (3.00). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre los rangos de pH.

b. Evaluación de la conductividad eléctrica en función del tiempo

Tabla 13. ANOVA- Evaluación de Conductividad eléctrica en función del tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{experimental}$	Probabilidad	Valor crítico para F
Concentración (Filas)	38198.37	2	19099.18	5.90	0.02	3.89
Tiempo (Columnas)	163964.27	6	27327.38	8.44	0.00	3.00
Error	38853.74	12	3237.81			
Total	241016.38	20				

Fuente. Elaboración propia

En la tabla N° 13, se observa los valores de F_e para factor concentración es (5.90), que fueron mayores a F_c (3.89). Lo cual indicaría hay efectos de la concentración sobre los valores de conductividad eléctrica. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (8.44) fueron mayores que F_c (3.00). Lo cual indicaría que hay efectos del tiempo sobre los valores de conductividad eléctrica.

- Evaluación de la temperatura en función del tiempo

Tabla 14. ANOVA- Evaluación de la temperatura en función del tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{experimental}$	Probabilidad	Valor crítico para F
Concentración (Filas)	1.79	2	0.90	4.33	0.04	3.89
Tiempo (Columnas)	39.44	6	6.57	31.77	0.00	3.00
Error	2.48	12	0.21			
Total	43.71	20				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 14, se observa los valores de F_e para factor concentración es (4.33), que fueron mayores a F_c (3.89). Lo cual indicaría hay efectos de la concentración sobre los valores de temperatura. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (31.77) fueron mayores que F_c (3.00). Lo cual indicaría que hay efectos del tiempo sobre los valores de Temperatura.

4.4.2. Evaluación de la Tolerancia de *Eleocharis montevidensis* a la exposición de Cromo.

a. Cantidad de folios

Tabla 15. ANOVA- Adaptación de individuos según el tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{Experimental}$	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	345.10	2	172.55	5.68	0.07	6.94
Concentración (Columnas)	387.42	2	193.71	6.38	0.06	6.94
Error	121.51	4	30.38			
Total	854.02	8				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 15, se observa para el factor Concentración los valores de F_e (6.38) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos de la concentración sobre la cantidad de individuos. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (5.68) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la cantidad de individuos.

b. Longitud de folio mayor en función al tiempo

Tabla 16. ANOVA - Longitud de folio mayor en función al tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	$F_{Experimental}$	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	141.26	2	70.63	10.19	0.03	6.94
Concentración (Columnas)	73.21	2	36.60	5.28	0.08	6.94
Error	27.73	4	6.93			
Total	242.19	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16, se observa los valores de F_e para factor concentración es (5.28), que fueron mayores que F_c (6.94). Lo cual indicaría no hay efectos de la concentración sobre la longitud mayor de folios. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (10.19) fueron mayores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que hay efectos del tiempo sobre la longitud mayor de folios.

c. Número de brotes

Tabla 17. ANOVA- Número de brotes según el tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F experimental	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	587.38	2	293.69	3.67	0.12	6.94
Concentración (Columnas)	2256.98	2	1128.49	14.11	0.02	6.94
Error	319.87	4	79.97			
Total	3164.22	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 17, se observa los valores de F_e para factor concentración es (14.11), que fueron mayores que F_c (6.94). Lo cual indicaría hay efectos de la concentración sobre cantidad de brotes. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (3.67) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la cantidad de brotes.

d. Cantidad de raíces en función al tiempo de exposición

Tabla 18. ANOVA – Cantidad de raíces en función del tiempo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F experimental	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	165.53	2	82.76	2.54	0.19	6.94
Concentración (Columnas)	83.07	2	41.53	1.27	0.37	6.94
Error	130.52	4	32.63			
Total	379.12	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 18, se observa los valores de F_e para factor concentración es (1.27), que fueron menores a F_c (6.94). Lo cual indicaría no hay efectos de la concentración sobre cantidad de raíces. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (2.54) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la cantidad de raíces.

e. Longitud mayor de raíces en función al tiempo de exposición

Tabla 19. ANOVA- Longitud mayor de raíces en función del tiempo

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F_{experimental}</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tiempo (Filas)	1.98	2	0.99	21.44	0.01	6.94
Concentración (Columnas)	1.54	2	0.77	16.74	0.01	6.94
Error	0.18	4	0.05			
Total	3.71	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 19, se observa los valores de F_e para factor concentración es (16.74), que fueron menores a F_c (6.94). Lo cual indicaría hay efectos de la concentración sobre longitud mayor de raíces. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (21.44) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la longitud mayor de raíces.

4.4.3. Determinación de la capacidad fitorremediadora de cromo de la especie *Eleocharis montevidensis*.

La capacidad fitorremediadora de la *Eleocharis montevidensis* para cromo: se realizó la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor con una confiabilidad del 95% y un margen de error de 5% (equivalente a 0.05).

a. Capacidad fitorremediadora de tallo - hoja

Tabla 20. ANOVA- Capacidad fitorremediadora de *Eleocharis montevidensis* en la parte (tallo – hoja)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F experimental	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	127156.34	2	63578.17	3.29	0.14	6.94
Concentración (Columnas)	222766.28	2	111383.14	5.77	0.07	6.94
Error	77223.85	4	19305.96			
Total	427146.47	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 20, se observa los valores de F_e para factor concentración es (5.77), que fueron menores al F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos de la concentración sobre capacidad de absorción de cromo en Tallo- hoja de *Eleocharis montevidensis*. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (3.29) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la capacidad de absorción de cromo en Tallo- hoja de *Eleocharis montevidensis*.

b. Capacidad fitorremediadora de raíz

Tabla 21. ANOVA- capacidad fitorremediadora de *Eleocharis montevidensis* en la parte subterránea (raíz)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F experimental	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo (Filas)	101837.95	2	50918.97	5.21	0.08	6.94
Concentración (Columnas)	598854.21	2	299427.11	30.64	0.00	6.94
Error	39091.03	4	9772.76			
Total	739783.19	8				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 21, se observa los valores de F_e para factor concentración es (30.64), que fueron mayores al F_c (6.94). Lo cual indicaría que hay efectos de la concentración sobre capacidad de absorción de cromo en la Raíz de *Eleocharis montevidensis*. Para el factor de tiempo se observa que los valores de F_e (5.21) fueron menores que F_c (6.94). Lo cual indicaría que no hay efectos del tiempo sobre la capacidad de absorción de cromo en la raíz de *Eleocharis montevidensis*.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos del presente estudio, que muestra la capacidad fitorremediadora de la especie *Eleocharis montevidensis* en el humedal de flujo continuo se puede discutir los siguientes aspectos:

Según la evaluación de los parámetros físico químicos en los humedales artificiales de flujo continuo, muestran que, para la evaluación del pH según el tiempo de exposición, los valores tuvieron un comportamiento similar para todas las concentraciones de baja, media y alta. Así mismo se encontraron dentro de los rangos de los ECA de aguas para categoría 3: riego de vegetales de pH (6.5 – 8.5); el incremento de pH en la semana 4 y 6 en la concentración bajo podría deberse a la presencia de algas indicando que a mayor nivel de exposición de Cromo se inhibe el crecimiento de estas mismas; de tal manera el parámetro de pH no influyo en los tratamientos. Se contrasta los resultados de pH en la investigación de Cortes y Flores (2017) el cual menciona que en un rango óptimo de pH la solubilidad de nutrientes no es afectada logrando ser absorbida por la planta.

Según Cortes y Flores (2017) señala que la conductividad eléctrica es la medida de un material para conducir corriente eléctrica y medir la concentración de sales solubles, ya que a mayor CE no podría ser tolerable y afectaría en su crecimiento produciendo un estrés salino. Según el parámetro de conductividad eléctrica en el tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo, se observó que los rangos fueron similares para las concentraciones baja, media y alta, así mismo los rangos de conductividad eléctrica estuvieron dentro del ECA para aguas de categoría 3: riego de vegetales de 2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. los incrementos de los valores de la conductividad eléctrica podrían deber a la presencia de nutrientes que se añadieron cada 15 días y que no influyen en los tratamientos; por otra parte, el descenso de los rangos de conductividad en la concentración baja podría deberse a la presencia de algas.

Para el parámetro de temperatura según el tiempo de exposición en los humedales artificiales de flujo continuo, se observó que los rangos de temperatura son similares; esto podría deberse a que se trabajó en las mismas condiciones, así mismo la presencia de variaciones en la temperatura se debe a las condiciones climáticas demostrando que no hubo efecto en el fotoperiodo de la planta. De tal manera que no influyeron en la absorción de cromo por *Eleocharis montevidensis*;

Sin embargo en la investigación de Flores (2018) señala que la toxicidad de los compuestos de cromo varía según la temperatura y otros factores del agua; al disolverse en condiciones naturales y en presencia de materia orgánica se reducen fácilmente a compuestos cromo (III). De la misma manera según Cortes y Flores (2017) señalan que la remoción de la materia orgánica por las plantas en el proceso orgánico se debe a varios factores incluido la temperatura que influyen en diferentes reacciones para la degradación de la materia orgánica.

Según los resultados obtenidos para la evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis*, sobre la cantidad de folios expuestos a 03 concentraciones de cromo los cuales tuvieron alta capacidad de adaptaron en relación al tiempo de exposición, esto podría deberse a la capacidad de la planta a readaptarse al contaminante cromo; así mismo la mínima presencia de clorosis y necrosis en los tratamientos podrían deberse a los cambios del medio natural a un medio artificial los cuales se equilibraron en la última evaluación (45 días). Mantienen correspondencia con la investigación de Flores (2018) donde los *Tagetes sp marigold* obtuvieron una gran cantidad de hojas en el tiempo de investigación a cromo total en suelos.

En el caso de la longitud mayor de folios de *Eleocharis montevidensis* para la evaluación de la tolerancia, se ha observado un efecto mayor para el tratamiento alto sobre el tiempo de exposición y nivel; En la última etapa de investigación (45 días) las 03 concentraciones obtuvieron resultados similares. Esto podría deberse al efecto inmediato del estrés por la exposición de cromo en el caso de la concentración alta; de la misma manera la disminución de la longitud de folios en la última etapa de evaluación (45 días) podría deberse a la existencia de alguna variable no medida como por ejemplo estrés por cambio de habitad que abría influenciado sobre la longitud mayor de folios; así mismo hubo adaptación de la longitud de folios a mayor tiempo de exposición de las concentraciones baja, media y alta de igual manera hubo presencia de clorosis en los folios de todos los tratamientos podrían deberse al cambio del medio natural a uno artificial. Así mismo guarda relación con el estudio de Rahbarian *et al.* (2019). Indica que las plantas tratadas a diferentes concentraciones de cromo tuvieron una tendencia decreciente significativa en la longitud de la planta en comparación al grupo control.

En la Cantidad de brotes de *Eleocharis montevidensis* para la evaluación de la tolerancia, los individuos tuvieron una buena adaptación y regeneración frente a la exposición a cromo para las 03 concentraciones y estas fueron mejorando en el tiempo. Esto podría deberse a su gran capacidad adaptación al humedal artificial y a la exposición a cromo. Por el contrario la investigación de Amin *et al.*(2019) indica de las 6 especies de plantas y bajo un alto estrés de cromo el crecimiento de los brotes se vieron afectado significativamente a medida que aumenta la concentración.

En la cantidad de raíces para la evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis*, se observó que los individuos presentaron un efecto en las concentraciones media (15 mg/L) y alta (30 mg/L) sobre la cantidad promedio de raíces. Esto podría deberse al efecto del estrés de la exposición a altas concentraciones de cromo y tiempo en comparación a la concentración baja que se mantuvo constante. De tal forma que no se presentaron efectos de alteración en la coloración y en la morfología de las raíces de las plantas en el periodo de evaluación; y según los resultados obtenidos esto coincide con lo comentado por Amin *et al.*,(2019) que indica que la reducción del crecimiento y desarrollo de las raíces causa una menor translocación de agua y nutrientes del medio.

En la longitud mayor de raíces para la evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis*, se observó que hubo efecto en la longitud mayor de raíces para la concentración media (15 mg/L) y alta (30 mg/L). esto podría deberse al efecto del estrés por la exposición a altas concentraciones de cromo en función al tiempo en comparación a la concentración baja. Los resultados contrastan en la investigación de Diaz (2019) que indica la disminución en la biomasa para *Eleocharis montevidensis*, relacionada con la reducción del índice de tolerancia que a su vez el crecimiento y desarrollo radicular se ve limitado a la exposición al cromo. Del mismo modo en la investigación de Amin *et al.* (2019) indica que para las 6 especies de plantas en cuanto a la longitud de raíz a un alto estrés por cromo tiene efecto significativamente a medida que aumenta la concentración de cromo.

En la determinación de la capacidad fitorremediadora de la especie *Eleocharis montevidensis* relacionada a la concentración de cromo en tallo – hoja muestran que los individuos tuvieron una buena capacidad de absorción en tallo – hoja a la

exposición de cromo a diferentes concentraciones y estas fueron aumentando con el aumento de concentración de cromo en el tiempo de exposición; Esto podría deberse a su potencial de acumulación en la parte aérea y a su capacidad de adaptación en el medio. Estos resultados coinciden con los estudios de Sajad *et al.*, (2020), Flores (2018), Rahbarian *et al.* (2019) y Amin *et al.*(2019), las cuales señalan que a mayor nivel de exposición de cromo las plantas estudiadas aumentan su absorción de cromo en tallo – hoja según el medio que se encuentra expuesto.

Para el caso de la concentración de cromo en raíz, los individuos muestran una mayor capacidad de absorción en raíz a la exposición de cromo a diferentes concentraciones y estas aumentaron durante el tiempo de exposición; esto podría deberse a su potencial de hiperacumuladora y a su capacidad de adaptación al medio. Así mismo estos resultados coinciden Sajad *et al.*, (2020), Flores (2018), Rahbarian *et al.* (2019) y Amin *et al.*(2019), las cuales señalan que a mayor exposición de cromo las plantas estudiadas absorben más concentración de cromo en sus raíces tanto para agua y suelo.

Según los factores de bioacumulación y translocación; la especie *Eleocharis montevidensis* presentan altos valores de bioacumulación para las 03 concentraciones y para el factor de translocación presenta alta concentración de cromo en las raíces en comparación de la parte aérea (tallo – hoja); esto podría deberse a que la mayor absorción se da en la raíz en comparación a la parte aérea (tallo – hoja); por consiguiente, la planta es considerada fitorremediadora de potencial fitoestabilizador en el medio y puede ser empleada como alternativa de solución para áreas degradadas por contaminante cromo por tener grandes ventajas como ser una planta perenne, capacidad de adaptación y acumulación del metal cromo de tipo estabilizador en el medio. Se concuerda lo que señala en la investigación de Diaz (2019) que la especie *Eleocharis montevidensis* tiene potencial de fitoextracción para cromo (III) en concentración de hasta 100 mg/l. según las investigaciones de (Amin *et al.*, 2019), (Rahbarian *et al.*, 2019), sobre los resultados las raíces absorbieron más concentraciones de cromo que las partes aéreas de las plantas, del mismo modo se concuerda que en artículo de Sajad *et al.* (2020) de las 71 especies de plantas investigadas el resultado de la evaluación del

potencial fitorremediadora del cual 38 especies plantas mostraron potencial fitoestabilizador para cromo.

VI. CONCLUSIÓN

En base a los objetivos planteados y según los resultados obtenidos de la Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales; es posible llegar a las siguientes conclusiones:

- Los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad y temperatura) no influenciaron durante el tratamiento en la absorción de Cromo por la especie *Eleocharis montevidensis* en los humedales artificiales de flujo continuo, puesto que los valores se mantuvieron similares en los tres tratamientos y se encontraron dentro de los rangos establecidos por los ECA para aguas categoría 3: riego de vegetales.
- La especie *Eleocharis montevidensis* presentó alta tolerancia a la exposición de Cromo, en las exposiciones baja (0.1mg/L), media (15 mg/L), y alta (30 mg/L), para las características de adaptación como número de brotes, cantidad y longitud mayor de folios y raíces.
- La especie *Eleocharis montevidensis* presentó altos niveles de bioacumulación para Cromo total; incluso para las exposiciones más altas (30mg/L) con factor de Bioconcentración (parte aérea) de 13.86 y de bioacumulación (raíz) de 22.03. del mismo modo el factor de translocación presentó valores intermedios (0.63).

De manera general es posible concluir que la especie *Eleocharis montevidensis* presenta alta capacidad fitorremediadora para cromo; y puede ser considerada una planta remediadora de Cromo por presentar un alto potencial bioconcentración en la parte aérea y raíces, siendo su rol estabilizador de este metal; sin considerar su gran adaptabilidad y capacidad de regeneración por ser una planta perenne.

VII. RECOMENDACIONES

Para trabajos similares se recomienda el control de la proliferación de las algas en los sistemas de tratamiento; a fin de poder evaluar la capacidad neta adsorción de la especie vegetal analizada.

Asimismo, se recomienda evaluar los parámetros fisicoquímicos para los sistemas de humedales artificiales con exposiciones a metales, dado que los ciertos parámetros como el pH pueden afectar la solubilidad de los metales.

Según la presente investigación se puede recomendar el empleo de la especie *Eleocharis montevidensis* para la remediación de medios contaminados con cromo empleando los sistemas de humedales artificiales de flujo continuo; considerando que esta especie presenta gran capacidad acumuladora de cromo, capacidad de adaptación y regeneración.

Asimismo, es posible recomienda el empleo de la especie *Eleocharis montevidensis* sola o en sinergia con otras especies concentradoras de cromo en zonas donde se requiera extraer y estabilizar el cromo por ser por además de una planta concentradora, ser una planta perenne de gran capacidad regenerativa; significando un método efectivo y económico.

Se recomienda considerar al momento del empleo de esta u otra especie disponer de los residuos para su tratamiento; aprovechamiento de metal o disposición por ser considerado un residuo peligroso.

Es recomendable realizar estudios de acumulación de otros metales pesados en la especie *Eleocharis montevidensis* para determinar su capacidad de hiperacumulación para otros tipos metales pesados.

Se recomienda para el caso de contaminación de cromo en el PIRS solicitar a las autoridades fiscalizadoras (OEFA- Gobierno Regional) realizar acciones de control y monitoreo de las descargas de efluentes del parque industrial Rio Seco. Así mismo emplear una alternativa de solución como la fitorremediación para las áreas degradadas.

REFERENCIAS

ALAN Neill, David y CORTEZ Suarez, Liliana, Procesos de la investigación científica. Ediciones. S.l.: s.n. 2017. ISBN 9788578110796.

ALI, Hazrat, KHAN, Ezzat y ILAHI, Ikram. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. Journal of Chemistry.vol. 2019, no. Cd. 2019. ISSN 20909071. DOI 10.1155/2019/6730305.

AMIN, Hira, AHMED Arain, Basir, ABBASI, Muhammad Sadiq, AMIN, Farah, Jahangir, Taj Muhammad y SOOMRO, Noor ul Ain. Evaluation of chromium phytotoxicity, phyto-tolerance, and phyto-accumulation using biofuel plants for effective phytoremediation. International Journal of Phytoremediation [en línea].vol. 21, no. 4, pp. 352-363. 2019. DOI 10.1080/15226514.2018.1524837. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1524837>. ISSN 15497879.

ANA, Autoridad Nacional del Agua, Glosario de terminos utilizados en la ley de recursos hidricos n° 29338 y en su reglamento (D.S. N° 001-2010-AG) [en línea]. 2020. Arequipa: s.n. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-documento-denominado-glosario-terminos-ley-ndeg-29338-ley>.

ANA, Autoridad Nacional del agua, Agua y mas [en línea]. 2017. Lima: s.n. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/revista_aguaymas_edicion_agosto_2017.pdf.

ASHRAF, Sana, ALI, Qasim, ZAHIR, Zahir Ahmad, ASHRAF, Sobia y ASGHAR, Hafiz Naeem. Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. Ecotoxicology and Environmental Safety.vol. 174, pp. 714-727. 2019. DOI 10.1016/j.ecoenv.2019.02.068. ISSN 10902414.

BELLO, Akeem O., TAWABINI, Bassam S., KHALIL, Amjad B., BOLAND, Christopher R. y SALEH, Tawfik A. Phytoremediation of cadmium-, lead- and nickel-contaminated water by *Phragmites australis* in hydroponic systems. Ecological Engineering.vol. 120, no. May, pp. 126-133. 2018. DOI 10.1016/j.ecoleng.2018.05.035. ISSN 09258574.

BUSTOS Contreras, Yordy Alejandro, Uso de plantas hiperacumuladoras en

minería: conceptos y aplicaciones Yordy. 2021. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.

CABEZAS Mejia, Edison Damian, NARANJO, Diego Andrade y TORRES Santamaria, Johana, Introducción a la metodología de la investigación científica. ECUADOR: s.n. 2018. ISBN 9789942765444.

CALDERON Manzanillas, Junior Omar, "Evaluación del factor de bioconcentración por metales pesados en la eichhornia crassipes presentes en la laguna valle hermoso". 2017. S.l.: Escuela superior politécnica de chimborazo.

CALSCAPO, California Native Plant Society, Arena Spikerush, Eleocharis montevidensis. 2021. [en línea]. [Consulta: 31 mayo 2021]. Disponible en: [https://calscape.org/loc-California/Eleocharis-montevidensis-\(Sand-Spikerush\)?srchcr=sc60b56c8d148f0](https://calscape.org/loc-California/Eleocharis-montevidensis-(Sand-Spikerush)?srchcr=sc60b56c8d148f0).

CARVAJAL, Alicia, ZAPATTINI, Claudia y QUINTER, Carolina, Humedales Artificiales , una alternativa para la depuración de Aguas Residuales en el Municipio de Mizque, 2018. Bolivia [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/3744/3830>.

CORDOVA Saucedo, Roxana y CRUZ Parede, Kimbherly Karolina, Programa de produccion mas limpia para reducir aspectos ambientales en la etapa de ribera de la empresa curtiduria orion S.A.C. 2020. S.l.: Universidad nacional de trujillo.

CORTES Suarez, Pedro y FLORES Tellez, Jeirson Daniel. Evaluación in vitro de la taruya (eichhornia crassipes) como agente biorremediador en aguas contaminadas con cromo. Вестник Росздравнадзора.vol. 4, pp. 9-15. 2017.

CUESTA Parra, Diana Marcela, Evaluación ambiental asociada a los vertimientos de aguas residuales generados por una empresa de curtiembres, en la cuenca del río aburrá. 2017.S.l.: universidad de manizales.

DESMARIAS, Thomas Liborio y COSTA, Max. Mechanisms of chromium-induced toxicity. Current Opinion in Toxicology [en línea].vol. 14, no. lii, pp. 1-7. 2019. DOI 10.1016/j.cotox.2019.05.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.05.003>. ISSN 24682020.

DEWA Ayu Chintya Antari, I Made Niko Winaya, Ida Ayu Dewi Wiryanthini. Cr

(Cromo y compuestos) PRTR ESPAÑA. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, vol. 5, no. 3, pp. 1-4. 2021.

DIAZ Valencia, Ysabel. Fitoextracción de cromo en plantas de *Chenopodium murale*, *Baccharis salicifolia*, *Eleocharis montevidensis* y *Tessaria integrifolia* y su relación con la respuesta fisiológica y bioquímica. [en línea].pp. 120. 2019. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10147>.

DING, Xiaowen, XUE, Ying, ZHAO, Yong, XIAO, Weihua, LIU, Yuan y LIU, Jiagang. Effects of different covering systems and carbon nitrogen ratios on nitrogen removal in surface flow constructed wetlands. *Journal of Cleaner Production*.vol. 172, pp. 541-551. 2018. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.10.170. ISSN 09596526.

DYJAK, Analies, Efectos sobre la salud de la contaminación del agua por metales pesados. 2017. [en línea]. [Consulta: 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.hydroviv.com/blogs/water-smarts/heavy-metal-toxicity>.

EKTA, Patel y NAINESH, R. Modi. A review of Phytoremediation of hydrocarbon. *Pakistan Journal of Biological Sciences*.vol. 13, no. 15, pp. 715-722. 2018.

EPPERS, Oswald, GONZALES, Sandra, GARCÍA, Lucía y LUQUE, Karina. Buenas Prácticas de Producción para la reducción de contaminantes en descargas líquidas aplicables a Curtiembres MYPEs en el Parque Industrial Río Seco de Arequipa. [en línea].no. July. 2020. DOI 10.13140/RG.2.2.17904.07684. Disponible en: 10.13140/RG.2.2.17904.07684%0ACITATIONS.

ERTANI, Andrea, MIETTO, Anna, BORIN, Maurizio y NARDI, Serenella. Chromium in Agricultural Soils and Crops: A Review. *Water, Air, and Soil Pollution*.vol. 228, no. 5. 2017. DOI 10.1007/s11270-017-3356-y. ISSN 15732932.

FLORES, Cornejo Juan Manuel. Propuesta de simulación de remoción parcial de cromo en suelos contaminados utilizando como fitorremediador el tagete sp marigold. Universidad Nacional De San Agustín Facultad De Ciencias Naturales Y Formales Escuela Profesional De Química [en línea].pp. 1-90. 2018. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/QUflcojm.pdf>.

GARGALLO Bellés, Sara, Modelación de la calidad de las aguas en los humedales artificiales de flujo superficial (HAFS). 2017. Aplicación a los HAFS del Tancat de la

Pipa en l'Albufera de València. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/78215/gargallo - modelación de la calidad de las aguas en los humedales artificiales de flujo superficial....pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GONZALES Rossel, Julio Andres, BARBOZA De Las Casas, Gerson, HUARCAYA Muñiz, Catu Yuli, ARENAS Gonzales, Noelia Diana y RUEDA Gutierrez, Jadit Estefanny. Informe de evaluación ambiental en el ámbito del Parque Industrial de Río Seco, provincia y departamento de Arequipa, 2017. [en línea]. Arequipa: 2017. Disponible en: http://visorsig.oefa.gob.pe/datos_de/pm0203/pm020302/02/if/if_0034-2017-oefa-de-sdlb-ceapio.pdf.

GONZALES Rossel, Julio Andres, HUARCAYA Muñiz, caty Yuly, RUEDA Gutierrez, Jadit Estefanny y LUNA Tello, Marvin. Informe n° 049-2017-oefa/de-sdlb-ceapio. [en línea]. Arequipa: 2017. Disponible en: https://visorsig.oefa.gob.pe/datos_DE/PM0203/PM020302/02/IC/IC_0049-2017-OEFA-DE-SDLB-CEAPIO.pdf.

GUEVARA, Gladys Patricia, VERDESOTO, Alexis Eduardo, CASTRO, Nelly Esther Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Recimundo [en línea]. vol. 4, no. 3, pp. 163-173. 2020. DOI 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1363>.

HERNANDEZ Mendoza, Sandra y DUANA Avila, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. vol. 9, no. 17, pp. 51-53. 2020. DOI 10.29057/icea.v9i17.6019.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian Paulina, Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. S.l.: s.n. 2018. ISBN 978-1-4562-6096-5.

JIMÉNEZ Ballesta, Raimundo, Introducción a la contaminación de suelos [en línea]. España: Ediciones Mundi-Prensa. [Consulta: 22 mayo 2021]. 2017. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=iZg6DwAAQBAJ&pg=PA529&dq=fitorreme>

diacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwilzoW3g97vAhURUzUKHVzPDE8Q6AEwAH
oECAAQAg#v=onepage&q=conclusion&f=false. ISBN 978-84-8476-789-3.

LAZO Cuentas, Estefanía. Evaluación de la contaminación ambiental generada por efluentes industriales en el proceso productivo de una curtiembre de mediana capacidad del parque industrial de Rio Seco, Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín [en línea].2017. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2413>.

LUQUE Silva, Maria del Carmen. Propuesta De Un Plan De Manejo De Residuos Solidos Organicos Mediante La Valorizacion De « Pelos Y Descarne» En La Curtiembre Global S.a.C., Rio Seco-Arequipa 2019. .2019.

MARTINEZ Buitrago, Sandra Yulier y ROMERO Coca, Jonathan Alexander. Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. Revista Facultad de Ciencias Económicas [en línea].vol. 26, no. 1, pp. 113-124. [Consulta: 22 mayo 2021]. 2017. DOI 10.18359/rfce.2357. Disponible en: <https://doi.org/10.18359/rfce.2357>. ISSN 0121-6805.

MERELES H., María Fátima. Una nueva especie de Eleocharis (Cyperaceae) para Venezuela. Novon.vol. 14, no. 2, pp. 193-195. 2004. ISSN 10553177.

MINAM. Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. El Peruano [en línea].pp. 6-9. 2017. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.

MOLINA Castillo, Carmen Maria, 2019. Calzado en Perú- ICEX [en línea]. 2019. S.l.: s.n. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/peru-produce-50-millones-pares-calzado-cuero-ano-atrae-brasil-136833>.

NEDJIMI, Bouzid. Phytoremediation: a sustainable environmental technology for heavy metals decontamination. SN Applied Sciences.vol. 3, no. 3. 2021. ISSN 25233971. DOI 10.1007/s42452-021-04301-4.

NGUYEN, Thien Q., SESIN, Verena, KISIALA, Anna y EMERY, R.J. Nei. Phytohormonal Roles in Plant Responses to Heavy Metal Stress: Implications for Using Macrophytes in Phytoremediation of Aquatic Ecosystems. Environmental

Toxicology and Chemistry [en línea].vol. 40, no. 1, pp. 7-22. 2021. ISSN 15528618. DOI 10.1002/etc.4909. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/etc.4909>.

OTERO Ortega, Alfredo, Enfoques de investigación. S.l.: s.n. 2018.

PANDEY, Vimal Chandra y BAJPAI, Omesh, Phytoremediation: From Theory Toward Practice. S.l.: s.n. 2018. ISBN 9780128139134.

PÉREZ Luco, Ricardo, LAGOS, Leonardo, MARDONES, Rodolfo y SÁEZ, Felipe. Diseños de Investigación y Muestreo Cualitativo. Lo Complejo de Someter la Flexibilidad del Método Emergente a una Taxonomía Apriorística. Atas CIAIQ 2017 [en línea].vol. 2, no. August, pp. 1111-1120. 2017. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/59176750/2017_Perez-Luco__R.__Lagos__L.__Mardones__R._y_Saez__F..pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDisenos_de_investigacion_y_muestreo_cual.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Cr.

PEREZ Yañez, Daniela, 2020. "Bioacumulación del cadmio y plomo en cuatro grupos de zooplancton del noreste de Quintana Roo, México". S.l.: s.n.

QUÍMICA, Real Sociedad Española de. Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos - Anales de Química. .no. 83, pp. 136. 2019.

RAHBARIAN, Raheleh, AZIZI, Elham, BEHDAD, Assieh y MIRBLOOQ, Atena. Effects of Chromium on Enzymatic / Nonenzymatic Antioxidants and Oxidant Levels of Portulaca oleracea L . .no. January, pp. 21-31. 2019.

REHMAN, Kanwal, FÁTIMA, Fiza, WAHEED, Iqra, SAJID, Muhammad y AKASH, Hamid. Prevalencia de la exposición a metales pesados y su impacto en las consecuencias para la salud. .2018.

RENDULICH, Jorge. Propuesta de un Modelo de Gestión de Producción para pequeñas curtiembres aplicando Buenas Prácticas de Manufactura.2020.

RIFFO, Carol. Transferencia de metales pesados Cu , Pb, Zn, Ni, Co y Cr desde un suelo de la comuna de Talcahuano a las plantas Salicornia y Lolium Perenne.(Tesis para licenciatura). [en línea].pp. 137. 2016. Disponible en: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1020/Carol> Riffo

Estay.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SAJAD, Muhammad Anwar, KHAN, Muhammad Saleem, BAHADUR, Saraj, NAEEM, Abdul, ALI, Hazrat, BATOOL, Farwa, SHUAIB, Muhammad, KHAN, Muhammad Anwar Saleem y BATOOL, Saneya. Evaluation of chromium phytoremediation potential of some plant species of Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica*.vol. 40, no. 2, pp. 158-165. 2020. DOI 10.1016/J.CHNAES.2019.12.002. ISSN 18722032.

SALAZAR Mercado, Jorge Luis y TORRES Monge, Edgar. Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera Tesis: “ Identificación de los contaminantes causantes de enfermedades profesionales y la implementación de controles de seguridad en la Curtiembre Incapieles E . I . R . L . del Parque Industrial de Rio Seco ”. .2020.

SHAHID, Muhammad, SHAMSHAD, Saliha, RAFIQ, Marina, KHALID, Sana, BIBI, Irshad, NIAZI, Nabeel Khan, DUMAT, Camille y RASHID, Muhammad Imtiaz. Chromium speciation, bioavailability, uptake, toxicity and detoxification in soil-plant system: A review. *Chemosphere*.vol. 178, pp. 513-533. 2017. DOI 10.1016/j.chemosphere.2017.03.074. ISSN 18791298.

TORRES, Adelia, Factor de bioconcentración y traslocación de especies altoandinas para suelos contaminados con metales pesados provenientes de la planta concentradora de Mesapata, en condiciones de invernadero, 2015 - 2016. 2018.S.I.: s.n.

VIDAL, Gladys y HORMAZÁBAL, Sujey. Humedales Construidos. Diseño y operación. .vol. 1, pp. 255. 2018.

VILLANUEVA, Caladas E., Gisbert Calabuig. Medicina Legal Y Toxicológica - Enrique Villanueva Cañadas - 2018. Google Libros. [en línea]. [Consulta: 25 mayo 2021].
Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=MfVyDwAAQBAJ&pg=PA1060&dq=cromo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwju2-OF2uDvAhUNhOAKHVUYA-kQ6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=cromo&f=false>.

WHO. A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality. Verordnung über die Qualität t von Wasser für den menschlichen Gebrauch

(Trinkwasserverordnung -TrinkwV 2001) [en línea].pp. 100. 2018. Disponible en: <http://apps.who.int/bookorders>. ISSN ISBN 978-92-4- 151376-0.

YUPANQUI, Carmen. La ANA y la conservación de humedales. .pp. 17. 2019.

ZAPANA Huarache, S. V., ROMERO sánchez, C.K., DUEÑAS Gonza, A.P., TORRES Huaco, F.D. y LAZARTE Rivera, A.M. Design and testing of a cost-efficient bioremediation system for tannery effluents using native chromium-resistant filamentous fungi. International Journal of Environmental Science and Technology.vol. 17, no. 8, pp. 3825-3834. 2020. DOI 10.1007/s13762-020-02726-9. ISSN 17352630.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
Variable Independiente: Nivel de concentración de Cromo en los Humedales artificiales de flujo continuo y Tiempo de evaluación de la concentración de cromo en la planta.	Los humedales artificiales son tecnologías purificadoras de agua que controlan diferentes tipos de contaminación (Ding et al,2017, p. 2)	Para determinar la concentración de cromo se realizaron los análisis de la planta y agua del humedal artificial con un tiempo de evaluación de cada 15 días para los 03 tratamientos; por un laboratorio acreditado por INACAL.	Absorción del cromo total por la especie <i>Eleocharis montevidensis</i>	Concentración del contaminante cromo en el humedal de flujo continuo y en la especie <i>Eleocharis montevidensis</i>	mg/L	intervalo
					mg/Kg	intervalo
Variable Interviniente: Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del humedal artificial de flujo continuo con la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> a diferentes concentraciones de cromo.	Según (Ding et al,2017, p. 3). que el control de los parámetros fisicoquímicos es importante para el crecimiento y la absorción de metales pesados por las plantas.	Para la medición de los parámetros fisicoquímicos, se realizaron los monitoreos una vez por semana con un equipo Multiparámetro de marca Apera PC60.	Parámetros fisicoquímicos	PH	0 - 14	intervalo
				Temperatura	°C	intervalo
				conductividad	µS/cm	intervalo
VARIABLES DEPENDIENTES: Evaluación de la tolerancia de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> (número de folios, longitud mayor de folio, numero de brotes, cantidad y longitud mayor de raíz) a la exposición a cromo.	Según <i>Amin et al., (2019)</i> las plantas desarrollan mecanismos para tolerar metales pesados como la exclusión o inclusión del metal formando complejos con los mismos y se ven reflejados en el desarrollo de la planta.	Para la evaluación de la tolerancia de la planta, se hizo uso de una cinta métrica y por medio de la observación se registraron en las fichas de crecimiento de planta los datos obtenidos	Características morfológicas	Adaptación de los plantones como numero de brotes, cantidad y longitud mayor de folio y raíz	Unidad (cm)	intervalo
Capacidad fitorremediadora de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> Para Concentración de Cromo en tallo y raíz, Factores de bioacumulación, bioconcentración y traslocación	Se presenta en plantas la habilidad de acumular diferentes concentraciones de metales pesados y se almacenan de manera desproporcional en diferentes partes de la planta (Torres,2018, p.15)	Una vez obtenido los análisis de la planta se procedió al cálculo de los factores de bioconcentración y traslocación para determinar la capacidad de fitorremediación.	Factor de bioconcentración	Concentración de cromo en tallos- hojas	mg/Kg	intervalo
			Factor de bioacumulación	Concentración de cromo en raíces	mg/Kg	intervalo
			Factor de traslocación	Concentración de cromo en donde se acumula en la planta.	mg/Kg	intervalo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	COBERTURA DE ESTUDIO
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo evaluar la capacidad fitorremediadora para cromo por la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> empleando sistema de humedales artificiales?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la capacidad fitorremediadora para cromo por la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> empleando sistemas de humedales artificiales</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La especie <i>Eleocharis montevidensis</i> puede ser empleada en sistemas de humedales artificiales para tratar aguas contaminadas con cromo.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Nivel de concentración de Cromo en los Humedales artificiales de flujo continuo.</p> <p>Tiempo de evaluación de la concentración de cromo en la planta.</p>	<p>Los humedales artificiales son tecnologías purificadoras de agua que controlan diferentes tipos de contaminación (Ding et al,2017, p. 2).</p>	<p>Para determinar la concentración de cromo se realizaron los análisis de la planta y agua del humedal artificial con un tiempo de evaluación de cada 15 días para los 03 tratamientos; por un laboratorio acreditado por INACAL.</p>	<p>Absorción del cromo total por la especie <i>Eleocharis montevidensis</i></p>	<p>Concentración del contaminante cromo en el humedal de flujo continuo y en la especie <i>Eleocharis montevidensis</i></p>	<p>Tipo de investigación: el tipo de investigación que se utilizo es aplicada, de enfoque cuantitativo y de manera transversal.</p>	<p>Población:</p> <p>Para la presente investigación la población corresponde a los individuos de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> de la provincia de Arequipa, debido a sus diferentes propiedades que la hacen adecuada para la solución de la problemática de estudio.</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cómo determinar los parámetros de PH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición cromo de <i>Eleocharis montevidensis</i>?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar los parámetros de PH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición de <i>Eleocharis montevidensis</i> a cromo</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>Es posible determinar los parámetros fisicoquímicos de pH, conductividad y temperatura de los humedales artificiales de la exposición de <i>Eleocharis montevidensis</i></p>	<p>Variables Intervinientes.</p> <p>Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del humedal artificial de flujo continuo con la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> a diferentes concentraciones de cromo.</p>	<p>Según (Ding et al,2017, p. 3). que el control de los parámetros fisicoquímicos es importante para el crecimiento y la absorción de metales pesados por las plantas.</p>	<p>Para la medición de los parámetros fisicoquímicos, se realizaron los monitoreos una vez por semana con un equipo Multiparámetro de marca Apera PC60.</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p>	<p>pH</p> <p>Temperatura</p> <p>Conductividad eléctrica</p>		
<p>¿Cómo determinar la tolerancia de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> para el contaminante cromo?</p>	<p>Determinar la tolerancia de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> para el contaminante cromo</p>	<p>Es posible determinar la tolerancia de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> para el contaminante cromo</p>	<p>Variables dependientes:</p> <p>Evaluación de la tolerancia de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> (número de folios, longitud mayor de folio, numero de brotes, cantidad y longitud mayor de raíz) a la exposición a cromo.</p>	<p>Según Amin et al., (2019) las plantas desarrollan mecanismos para tolerar metales pesados como la exclusión o inclusión del metal formando complejos con los mismos y se ven reflejados en el desarrollo de la planta.</p>	<p>Para la evaluación de la tolerancia de la planta, se hizo uso de una cinta métrica y por medio de la observación se registraron en las fichas de crecimiento de planta los datos obtenidos.</p>	<p>Características morfológicas</p>	<p>Adaptación de los plantones, revegetación, longitud de folio y raíces, cantidad de raíces</p>	<p>Diseño de la investigación: Se presenta un diseño experimental para la investigación de tipo cuasi experimental</p>	<p>La muestra:</p> <p>La muestra corresponde a los individuos de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> del sector entre el puente San Martín y el Puente el Fierro; del cercado de Arequipa. Esta muestra fue de tipo no probabilística, ya que la elección fue por conveniencia y comprendió 90 individuos distribuidos en 09 humedales de flujo continuo agrupados en 03 tratamientos.</p>
<p>¿Cuál es la capacidad fitorremediadora para cromo de <i>Eleocharis montevidensis</i>?</p>	<p>Determinar la capacidad fitorremediadora para cromo de <i>Eleocharis montevidensis</i></p>	<p>Es posible determinar la capacidad fitorremediadora para cromo de <i>Eleocharis montevidensis</i>.</p>	<p>Capacidad fitorremediadora de la especie <i>Eleocharis montevidensis</i> Para Concentración de Cromo en tallo y raíz, Factores de bioconcentración, bioacumulación y traslocación</p>	<p>Se presenta en plantas la habilidad de acumular diferentes concentraciones de metales pesados y se almacenan de manera desproporcional en diferentes partes de la planta (Torres,2018, p.15)</p>	<p>Para determinar la Una vez obtenido los análisis de la planta se procedió al cálculo de los factores de bioconcentración y traslocación para determinar la capacidad de fitorremediación.</p>	<p>Factor de bioconcentración.</p> <p>Factor de bioacumulación.</p> <p>Factor de traslocación</p>	<p>Concentración de cromo en tallos hojas</p> <p>Concentración de cromo en raíces</p> <p>Concentración de cromo en donde se acumula en la planta.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha de control de parámetros fisicoquímicos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
Arequipa	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	21/05/2021		
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C1- Baja (0,1)	7:30-8:00 a.m.	11.7 °C	7.37	225	No hay variación en los parámetros
02	C2- Baja (0,1)	7:30-8:00 a.m.	11.4 °C	7.08	269	
03	C3- Baja (0,1)	7:30-8:00 a.m.	11.1 °C	7.16	231	
04	C1- Media (0,5)	7:30 a.m.	11 °C	6.76	289	
05	C2- Media (0,5)	7:30 a.m.	11.1 °C	6.63	304	
06	C3- Media (0,5)	7:30 a.m.	11 °C	6.61	321	
07	C1- Alta (30)	7:30 a.m.	11 °C	6.42	352	
08	C2- Alta (30)	7:30 a.m.	11.1 °C	6.32	336	
09	C3- Alta (30)	7:30 a.m.	10.6 °C	6.3	389	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	29/05/2021		
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C1-Baja(01)	7:30am	11.3 °C	7.41	442	No se observó cambios en la temperatura
02	C2-Baja(01)	7:30am	11.1 °C	7.72	573	La Conductividad se encuentra oscilando
03	C3-Baja(01)	7:30am	11 °C	7.86	481	
04	C1-Media(15)	7:30am	10.9 °C	7.55	374	
05	C2-Media(15)	7:30am	11.1 °C	7.43	365	
06	C3-Media(15)	7:30am	11.3 °C	7.62	506	
07	C1-Alta(30)	7:30am	11.1 °C	7.15	467	
08	C2-Alta(30)	7:30am	10.7 °C	6.86	418	
09	C3-Alta(30)	7:30am	10.9 °C	6.8	524	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
	Porcú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	05/06/2021	
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C ₁ -Baja (91)	7:30z.m	20.3	7.45	573	Se observa descenso de la temperatura debido al cambio de clima.
02	C ₂ -Baja (91)	7:30z.m	10.5	7.35	718	
03	C ₃ -Baja (0.1)	7:30z.m	9.3	8.59	555	Se observa que el pH en las concentraciones baja asciende.
04	C ₁ -Media (05)	7:30z.m	8.6	7.52	509	
05	C ₂ -Media (15)	7:30z.m	9.1	7.27	530	
06	C ₃ -Media (15)	7:30z.m	8.2	7.15	678	
07	C ₁ -Alta (30)	7:30z.m	8.5	7.1	570	
08	C ₂ -Alta (30)	7:30z.m	8.4	6.84	578	
09	C ₃ -Alta (30)	7:30z.m	7.9	7.06	706	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
Perú	Alto selvo Negro	Arequipa	Arequipa	12/06/2021		
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C1 - Bajo	7:30a.m	_____			Los tratamientos C1 se mandaron a analizar
02	C2 - Baja	7:30a.m	13.3	37.79	315	
03	C3 - Baja	7:30a.m	12.7	8.61	303	No hay Variación de parámetros a excepción del tratamiento bajo el pH se encuentra elevado
04	C1 - Media	7:30a.m.	_____			
05	C2 - Media	7:30a.m.	12.5	7.38	382	se observa que la temperatura varia debido a los factores climaticos
06	C3 - Media	7:30a.m.	12.7	7.2	480	
07	C1 - Alta	7:30a.m.	_____			
08	C2 - Alta	7:30a.m.	11.9	7.18	440	
09	C3 - Alta	7:30a.m.	11.5	7.15	513	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

TESIS Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales.

TESISTA HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI

LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	19.10.6/2021	

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C1 - Baja	7:30 a.m.	_____			
02	C2 - Baja	7:30 a.m.	20.9	8.32	292	
03	C3 - Baja	7:30 a.m.	10.8	8.76	320	
04	C1 - Media	7:30 a.m.	_____			
05	C2 - Media	7:30 a.m.	11.2	7.48	432	
06	C3 - Media	7:30 a.m.	11.4	7.32	525	
07	C1 - Alta	7:30 a.m.	_____			
08	C2 - Alta	7:30 a.m.	11.5	7.2	528	
09	C3 - Alta	7:30 a.m.	10.8	7.38	585	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

TESIS	Evaluación de la capacidad fitoremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	26/06/2021		
CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C1 - Baja	7:30 a.m	_____			Se observa que el tratamiento C1 y C2 se mandaron a Analisis
02	C2 - Baja	7:30 a.m	_____			
03	C3 - Baja	7:30 a.m	7.9	7.64	388	
04	C1 - Media	7:30 a.m	_____			
05	C2 - Media	7:30 a.m	_____			
06	C3 - Media	7:30 a.m	8.7	7.66	378	
07	C1 - Alta	7:30 a.m	_____			
08	C2 - Alta	7:30 a.m	_____			
09	C3 - Alta	7:30 a.m	7.8	7.48	452	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN



FICHA DE CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.					
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI					
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA	
	Perú	Altos Selva Alegre	Arequipa	03/07/2021		
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS						
Tratamientos N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Hora de monitoreo	Temperatura (T°)	pH	Conductividad (µS/cm)	Observación
01	C ₁ - Baja	7:30 a.m.	_____	_____	_____	Se observo que los parametros fisicoquimicos se mantienen iguales.
02	C ₂ - Baja	7:30 a.m.	_____	_____	_____	
03	C ₃ - Baja	7:30 a.m.	10.1	7.18	433	
04	C ₁ - Media	7:30 a.m.	_____	_____	_____	
05	C ₂ - Media	7:30 a.m.	_____	_____	_____	
06	C ₃ - Media	7:30 a.m.	10.1	6.81	550	
07	C ₁ - Alta	7:30 a.m.	_____	_____	_____	
08	C ₂ - Alta	7:30 a.m.	_____	_____	_____	
09	C ₃ - Alta	7:30 a.m.	9.1	7.71	591	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar variaciones de parámetros, otros.

Anexo 4. Ficha de control de crecimiento de la planta



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERU	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	21/05/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C1-BAJA	15	28.6	0	—	2.5	Se observa que no se tiene brotes debido a que es el día de inicio
02	C1-BAJA	15	25.8	0	—	1.8	La cantidad de raíces todavía es 3 por folio
03	C1-BAJA	15	26.9	0	—	1.7	Todos los folios se encuentran en las mismas condiciones
04	C1-BAJA	15	27.5	0	—	1.6	
05	C1-BAJA	15	29.1	0	—	1.8	
06	C1-BAJA	15	28.6	0	—	2.1	
07	C1-BAJA	15	27.4	0	—	2.6	
08	C1-BAJA	15	25.9	0	—	2.8	
09	C1-BAJA	15	27.1	0	—	2.3	
10	C1-BAJA	15	29.6	0	—	2.2	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	12/06/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C2- BAJA	15	16.8	20	40	4.2	Se observa una reducción en los individuos
02	C2- BAJA	15	18.6	22	42	4.6	
03	C2- BAJA	15	15.9	18	45	3.9	
04	C2- BAJA	15	15.8	24	43	4.8	
05	C2- BAJA	15	16.5	26	46	4.5	
06	C2- BAJA	15	16.2	21	45	5.3	
07	C2- BAJA	14	18.4	22	41	4.6	
08	C2- BAJA	13	17.8	24	48	4.4	
09	C2- BAJA	11	18.7	18	43	4.8	
10	C2- BAJA	10	19.8	25	44	4.7	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.




INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERÚ	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	03/07/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C3-BAJA	15	10.1	17	40	2.1	se observa que los individuos se mantienen vivos
02	C3-BAJA	15	14.7	19	37	2.2	se observa que los folios sin descolorido y se encuentran de color amarillo.
03	C3-BAJA	15	9.7	23	42	3.3	
04	C3-BAJA	15	12.5	19	43	2.5	
05	C3-BAJA	15	15.2	20	45	2.3	
06	C3-BAJA	10	10.5	22	42	3.2	
07	C3-BAJA	10	13.1	23	45	2.7	
08	C3-BAJA	10	10.5	21	43	2.1	
09	C3-BAJA	10	12.7	18	40	4.1	
10	C3-BAJA	4	6.5	6	11	2.1	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERU	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	21/05/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C1-MEDIA	15	27.9	0	—	2.2	Se da inicio a la experimentación
02	C1-MEDIA	15	28.6	0	—	2.6	todas las plantas se encuentran en los mismos condiciones
03	C1-MEDIA	15	30.3	0	—	1.9	
04	C1-MEDIA	15	29.1	0	—	3	
05	C1-MEDIA	15	27.2	0	—	2.9	
06	C1-MEDIA	15	28.2	0	—	2.5	
07	C1-MEDIA	15	27.8	0	—	3.1	
08	C1-MEDIA	15	27.1	0	—	2.8	
09	C1-MEDIA	15	27.6	0	—	2.1	
10	C1-MEDIA	15	28.5	0	—	3.6	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	12/08/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C2- MEDIA	15	21.3	18	41	3.6	Se observo que tray un ligero descenso en el # de folios
02	C2- MEDIA	15	20.5	17	40	3.1	se observa que la longitud de folios esta bajando.
03	C2- MEDIA	15	21.7	20	39	2.9	
04	C2- MEDIA	15	19.5	16	43	3	
05	C2- MEDIA	15	20.4	18	38	3.2	
06	C2- MEDIA	15	21.6	16	41	3.4	
07	C2- MEDIA	15	20.6	20	40	3.3	
08	C2- MEDIA	15	21.7	19	43	3.1	
09	C2- MEDIA	15	19.9	15	42	3.5	
10	C2- MEDIA	13	20.9	10	30	3.6	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERÚ	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	03/07/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C3-MEDIA	15	10.5	20	32	2.1	Se observo que se manifiestan las tendencias como
02	C3-MEDIA	15	10.1	24	27	1.5	Se observo un descenso en la longitud de los folios
03	C3-MEDIA	15	13.5	20	26	2.8	
04	C3-MEDIA	15	13.1	26	27	1.8	
05	C3-MEDIA	15	10.5	24	21	2.9	
06	C3-MEDIA	15	8.5	20	23	2.3	
07	C3-MEDIA	15	9.1	22	25	2.2	
08	C3-MEDIA	15	11.8	22	29	2.1	
09	C3-MEDIA	15	12.8	21	28	3.1	
10	C3-MEDIA	10	7.3	11	17	2.1	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERU	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	21/05/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C1-ALTA	15	27.4	0	-	2.6	
02	C1-ALTA	15	27.5	0	-	1.8	
03	C1-ALTA	15	30.2	0	-	2.4	
04	C1-ALTA	15	29.7	0	-	2.2	
05	C1-ALTA	15	27.1	0	-	2	
06	C1-ALTA	15	28.1	0	-	1.9	
07	C1-ALTA	15	26.4	0	-	2.5	
08	C1-ALTA	15	27.3	0	-	2.8	
09	C1-ALTA	15	27.2	0	-	2.6	
10	C1-ALTA	15	26.1	0	-	2.7	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
Perú	Alto Selva Alegre	Arequipa	Arequipa	12/06/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C2- ALTA	15	11.2	17	34	3.8	Se observo un ligero descenso en el numero de folios
02	C2- ALTA	15	10.7	18	35	3.2	se observo que la Longitud de folio Mayor les mas pequeño
03	C2- ALTA	15	10.5	17	38	3.7	
04	C2- ALTA	15	11.5	15	34	3.4	
05	C2- ALTA	15	9.9	16	32	3	
06	C2- ALTA	15	10.7	14	35	3.5	
07	C2- ALTA	15	11.4	16	36	3.8	
08	C2- ALTA	15	10.9	16	39	3.4	
09	C2- ALTA	14	10.8	15	37	3.3	
10	C2- ALTA	12	11.3	13	36	3.9	

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.



INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA					
TESIS	Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por <i>Eleocharis montevidensis</i> , empleando sistemas de humedales artificiales.						
TESISTA	HUILLCA MAYTA, DEYSI ARACELI						
LUGAR DE ESTUDIO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	FECHA	FIRMA		
PERÚ	ALTO SELVA ALEGRE	AREQUIPA	AREQUIPA	03/07/2021			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS							
Individuo N°	Concentración de trabajo (mg/L)	Numero de folios (N°)	Longitud de folio mayor (cm)	N° de brotes (Número)	Cantidad de raíces (Número)	Longitud mayor de raíces (cm)	Observación
01	C3-ALTA	15	8.1	19	35	2.5	Se observa que se murieron 1 Indiviso
02	C3-ALTA	15	12.5	21	31	2.3	se observa que los brotes son delgados
03	C3-ALTA	15	10.4	19	28	2.6	
04	C3-ALTA	15	9.8	16	27	2.2	
05	C3-ALTA	15	10.5	18	26	2.5	
06	C3-ALTA	15	10.8	22	29	1.8	
07	C3-ALTA	15	9.5	23	31	1.7	
08	C3-ALTA	15	9.5	19	38	1.6	
09	C3-ALTA	11	8.7	13	20	1.5	
10	C3-ALTA						

Concentración: A= Alta; M= Media; B= Baja.

Observación, Indicar muertes, cambios de color, etc.

Anexo 5. Ficha de validación del instrumento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Mgtr. Sonia Pilar Yufra Cruz
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad Nacional de San Agustín
- 1.3. **Especialidad del validador:** Tecnologías Ambientales
- 1.4. **Nombre del instrumento:** "Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales"
- 1.5. **Autor del instrumento:** Huilca Mayta Deysi Araceli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y específico					X
2. Objetividad	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales				X	
3. Actualidad	El instrumento es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Los ítems en el instrumento siguen una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
6. Intencionalidad	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.				X	
7. Consistencia	La información recolectada por el instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
8. Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.				X	
9. Metodología	Relación entre la técnica y el instrumento propuestos, responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
10. pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN				80 %		



III. PERTENENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

- **Variable dependiente:** Evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis*.

DIMENSIÓN	INDICADORES	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características morfológicas	Concentración de trabajo (mg/L)	✓		
	Numero de folios (N°)	✓		
	Longitud de folio mayor (cm)	✓		
	N° de brotes (Número)	✓		
	Cantidad de raíces (Número)	✓		
	Longitud mayor de raíces (cm)	✓		

I.V. Promedio de valoración: 80 %

El instrumento cumple con todo lo planteado en la investigación

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

Arequipa, 21 de setiembre de 2021

Mg. Sonia Yufra Cruz
DNI N° 29593290



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** Mgtr. Sonia Pilar Yufra Cruz
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Nacional de San Agustín
- 1.3. **Especialidad del validador:** Tecnologías Ambientales
- 1.4. **Nombre del instrumento:** "Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales"
- 1.5. **Autor del instrumento:** Huilca Mayta Deysi Araceli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y específico					X
2. Objetividad	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales					X
3. Actualidad	El instrumento es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Los ítems en el instrumento siguen una organización lógica.				X	
5. Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
6. Intencionalidad	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
7. Consistencia	La información recolectada por el instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
8. Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
9. Metodología	Relación entre la técnica y el instrumento propuestos, responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
10. pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						80%



III. PERTENENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

- **Variable Interviniente:** Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del humedal artificial de flujo continuo con la especie *Eleocharis montevidensis*

DIMENSIÓN	INDICADORES	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	Concentración de trabajo (mg/L)	✓		
	Hora de monitoreo	✓		
	Temperatura (T°)	✓		
	PH	✓		
	Conductividad (µS/cm)	✓		

IV. Promedio de valoración: 80 %

El instrumento cumple con todo lo planteado en la investigación

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

Arequipa, 21 de setiembre de 2021

Mg. Sonia Yufra Cruz
DNI N° 29593290



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del validador: Dr./Mg.: Cermejo Pacheco
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Asesora Rosario
- 1.3. Especialidad del validador: Imagenes Agronómicas
- 1.4. Nombre del instrumento: "Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales"
- 1.5. Autor del instrumento: Huilca Mayta Deysi Araceli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y específico					X
2. Objetividad	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales					X
3. Actualidad	El instrumento es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Los ítems en el instrumento siguen una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
6. Intencionalidad	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
7. Consistencia	La información recolectada por el instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la Investigación.					X
8. Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
9. Metodología	Relación entre la técnica y el instrumento propuestos, responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
10. pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						88 %



III. PERTENENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

- **Variable dependiente:** Evaluación de la tolerancia de la especie *Eleocharis montevidensis*.

DIMENSIÓN	INDICADORES	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características morfológicas	Concentración de trabajo (mg/L)	✓		
	Numero de folios (N°)	✓		
	Longitud de folio mayor (cm)	✓		
	N° de brotes (Número)	✓		
	Cantidad de raíces (Número)	✓		
	Longitud mayor de raíces (cm)	✓		

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

I.V. Promedio de valoración: **88** %

El instrumento cumple con todo lo planteado en la investigación

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

Arequipa, 21 de setiembre de 2021

DNI: 70553357

Fernando Comejo Pacheco
Ingeniero Agrónomo
CIP 239635



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.6. Apellidos y nombres del validador: Dr./Mg: Lopez Pacheco Fernando

1.7. Cargo e institución donde labora: Asíctola Rosario

1.8. Especialidad del validador: Ingeniero agrónomo

1.9. Nombre del instrumento: "Evaluación de la capacidad fitorremediadora de cromo a diferentes concentraciones por *Eleocharis montevidensis*, empleando sistemas de humedales artificiales"

1.10. Autor del instrumento: Huilca Mayta Deysi Araceli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y específico					X
2. Objetividad	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales					X
3. Actualidad	El instrumento es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Los ítems en el instrumento siguen una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
6. Intencionalidad	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
7. Consistencia	La información recolectada por el instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
8. Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
9. Metodología	Relación entre la técnica y el instrumento propuestos, responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
10. pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						88 %



III. PERTENENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

- **Variable Interviniente:** Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del humedal artificial de flujo continuo con la especie *Eleocharis montevidensis*

DIMENSIÓN	INDICADORES	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros fisicoquímicos	Concentración de trabajo (mg/L)	✓		
	Hora de monitoreo	✓		
	Temperatura (T°)	✓		
	PH	✓		
	Conductividad (µS/cm)	✓		

IV. Promedio de valoración: **88** %

El instrumento cumple con todo lo planteado en la investigación

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

Arequipa, 21 de setiembre de 2021

DNI. 70553357

Fernando Comejo Pacheco
Ingeniero Agrónomo
CIP 239535

Anexo 6. Informe de resultado en plantas



INFORME DE ENSAYOS N° 3042- 2021 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : DEYSI ARACELI HUILLCA MAYTA
DIRECCIÓN : P.J. INDEPENDENCIA MZ G LOTE 2 ZONA B ALTO SELVA ALEGRE
PRODUCTO DECLARADO : PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA)
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Tallos y hojas de color verdoso
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hoja de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 03 muestras de 56 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de polietileno con cierre hermético. A condiciones ambientales.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0986-2021
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/06/2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 3042- 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TA-1 Tallo - Hoja	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	312.80	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TM-1 Tallo - Hoja	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	22.72	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TB-1 Hoja - Tallo	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	174.24	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 04/06/2021 al 14/06/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 14/06/2021



Bgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 3043- 2021
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : DEYSI ARACELI HUILLCA MAYTA
DIRECCIÓN : P.J. INDEPENDENCIA MZ G LOTE 2 ZONA B ALTO SELVA ALEGRE
PRODUCTO DECLARADO : PLANTA ACUÁTICA (RAIZ)
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Raíces de color café
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hoja de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 03 muestras de 71 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de polietileno con cierre hermético. A condiciones ambientales.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0986-2021
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/06/2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 3043- 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) TB-1 Raiz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	18.61	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) TA-1 Raiz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	501.21	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) TM-1 Raiz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	503.69	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 04/06/2021 al 14/06/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 14/06/2021



Miguel Valdivia Martínez
Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 3332 - 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TA-2 Tallo - Hoja	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	245.99	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TM-2 Tallo - Hoja	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	197.56	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) TB-2 Hoja - Tallo	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	41.21	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 19/06/2021 al 28/06/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 28/06/2021



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 3333-2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAÍZ) TA-2 Raíz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	546.28	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAÍZ) TM-2 Raíz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	494.27	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAÍZ) TB-2 Raíz	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	66.23	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 19/06/2021 al 28/06/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 28/06/2021




Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 3619-2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) T3-Baja (Tallo-Hoja) - Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	32.60	mg/Kg

ABREVIATURAS :

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) T3-Media (Tallo-Hoja) - Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	445.48	mg/Kg

ABREVIATURAS :

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) T3-Alta (Tallo-Hoja) - Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	688.55	mg/Kg

ABREVIATURAS :

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (TALLO-HOJA) M0-Inicial (Tallo-Hoja) - Coordenadas: UTM - 19S 228120.352 Este, 8184303.524 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	18.62	mg/Kg

ABREVIATURAS :

mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/07/2021 al 14/07/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 14/07/2021




Bigo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS Nº 3620- 2021

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) M0-Inicial (Raiz) - Coordenadas: UTM - 19S 228120.352 Este, 8184303.524 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	13.71	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Húmedos y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) T3-Baja (Raiz) Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	124.59	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Húmedos y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) T3-Media (Raiz) Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	678.80	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Húmedos y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PLANTA ACUÁTICA (RAIZ) T3-Alta (Raiz) Coordenadas: UTM - 19S 230983.384 Este, 8188659.141 Norte.	UNIDADES
FQ	Elemento Cr	934.86	mg/Kg

ABREVIATURAS :
mg/Kg

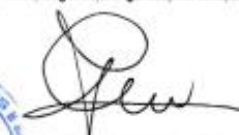
: Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Cr

: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Húmedos y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/07/2021 al 14/07/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 14/07/2021

Elgo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 7. Informe de resultados en agua



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Laboratorios Analíticos del Sur

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00254

Fecha de emisión: 8/06/2021

Página 1 de 3

Clave generada : 139D47B3

Señores : HULLCA MAYTA DEYSI ARACELI
 Dirección : P.J. INDEPENDENCIA MZ. G LOTE 2 ZONA B ALTO SELVA ALEGRE
 Atención : HULLCA MAYTA DEYSI ARACELI
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FITORREMEIADORA DE CROMO A DIFERENTES CONCENTRACIONES POR ELEOCHARIS MONTEVIDENSIS, EMPLEANDO SISTEMAS DE HUMEDALES ARTIFICIALES.

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : DEYSI ARACELI HULLCA MAYTA Fecha de recepción : 4/06/2021
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 176-21 Fecha de ensayo : 4/06/2021
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 3

Cod. Interno L.A.S	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb. AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000455	TB-1 CONCENTRACION BAJA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	4/06/2021	15:00
AG21000456	TM-1 CONCENTRACION MEDIA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	4/06/2021	15:00
AG21000457	TA-1 CONCENTRACION ALTA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	4/06/2021	15:00

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado
Observación

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
 via web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00254


Fecha de emisión: 8/06/2021

Página 2 de 3

Clave generada : 139D47B3

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	802
		Cr mg/L
AG21000455	TB-1 CONCENTRACION BAJA	0,00687
AG21000456	TM-1 CONCENTRACION MEDIA	13,452
AG21000457	TA-1 CONCENTRACION ALTA	39,570


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*<Valor numérico>=Límite de detección del método, **<Valor Numérico>=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00290

Página 1 de 3

Fecha de emisión: 10/07/2021

Clave generada: BB45CCA6

Señores : HUILICA MAYTA DEYSI ARACELI
 Dirección : P.J. INDEPENDENCIA MZ. G LOTE 2 ZONA B ALTO SELVA ALEGRE
 Atención : HUILICA MAYTA DEYSI ARACELI
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FITORREMIADORA DE CROMO A DIFERENTES CONCENTRACIONES POR ELEOCHARIS MONTEVIDENSIS, EMPLEANDO SISTEMAS DE HUMEDALES ARTIFICIALES.

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : HUILICA MAYTA DEYSI ARACELI Fecha de recepción : 19/06/2021
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°. 191-21 Fecha de ensayo : 19/06/2021
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 3

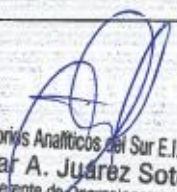
Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAI/SH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000493	TB-2 CONCENTRACION BAJA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	19/06/2021	15:00
AG21000494	TM-2 CONCENTRACION MEDIA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	19/06/2021	15:00
AG21000495	TA-2 CONCENTRACION ALTA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	PJ INDEPENDENCIA MZ G LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	19/06/2021	15:00

(c) - Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00290

Fecha de emisión: 10/07/2021

Página 2 de 3


Clave generada: BB45CCA6

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	882
		Cr mg/L
AG21000493	TB-2 CONCENTRACION BAJA	0,10249
AG21000494	TM-2 CONCENTRACION MEDIA	17,551
AG21000495	TA-2 CONCENTRACION ALTA	39,267

Comentario

El presente informe de ensayo reemplaza al informe de ensayo LAS01-AG-AC-21-00290, debido a un error en la transcripción de los resultados calculados, desde nuestro archivo de procesamiento de datos a nuestro sistema de manejo de datos y elaboración de informes. Se modifica los resultados de ensayo de Cromo del método de ensayo 802 EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4 Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO), de las muestras: De código interno AG21000493 y de nombre [TB-2 CONCENTRACION BAJA] de "0.00348" a "0.10249", de código interno AG21000494 y de nombre [TM-2 CONCENTRACION MEDIA] de "0.00281" a "17.551", de código interno AG21000495 y de nombre [TA-2 CONCENTRACION ALTA] de "0.00412" a "39.267".


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de AAC e ILAC*

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*-<Valor numérico>=Límite de detección del método, *-<Valor Numérico>=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443284 - (054)444382.





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00295

Fecha de emisión: 14/07/2021

Página 1 de 3

Clave generada : C82F3829

Señores : HUILCA MAYTA DEYSI ARACELI
 Dirección : P.J. INDEPENDENCIA MZ. G LOTE 2 ZONA B ALTO SELVA ALEGRE
 Atención : HUILCA MAYTA DEYSI ARACELI
 Proyecto : Evaluación de la capacidad fitoremediadora de cromo a diferentes concentraciones por Eleocharis montevidensis, empleando sistemas de humedales artificiales.

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : HUILCA MAYTA DEYSI ARACELI Fecha de recepción : 05/07/2021
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N° 201-21 Fecha de ensayo : 05/07/2021
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 3

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb. AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000525	TB-3 CONCENTRACION BAJA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	P.J. INDEPENDENCIA MZ 6 LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	04/07/2021	15:00
AG21000526	TM-3 CONCENTRACION MEDIA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	P.J. INDEPENDENCIA MZ 6 LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	04/07/2021	15:00
AG21000527	TA-3 CONCENTRACION ALTA	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	P.J. INDEPENDENCIA MZ 6 LT 2 ZONA B / A.S.A. / AREQUIPA	23098388E ; 81886592N	04/07/2021	15:00

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 Ing. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC & ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

~<Valor numérico>=Limite de detección del método, ~<Valor Numérico>=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)



Valor del informe



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00295

Fecha de emisión: 14/07/2021

Página 2 de 3
Clave generada : C82F3829

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802
		Cr mg/L
AG21000525	TB-3 CONCENTRACION BAJA	0.25895
AG21000526	TB-3 CONCENTRACION MEDIA	24.933
AG21000527	TB-3 CONCENTRACION ALTA	>50

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC*

[*] Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*«Valor numérico»=Limite de detección del método, «Valor Numérico»=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444562



Anexo 8. Registro fotográfico



Figura 13. Zona de Recolección de la especie *Eleocharis montevidensis*



Figura 14. Sustrato grava negra de 1 cm aproximadamente para tratamiento



Figura 15. Adaptación de la especie *Eleocharis montevidensis* previo al tratamiento

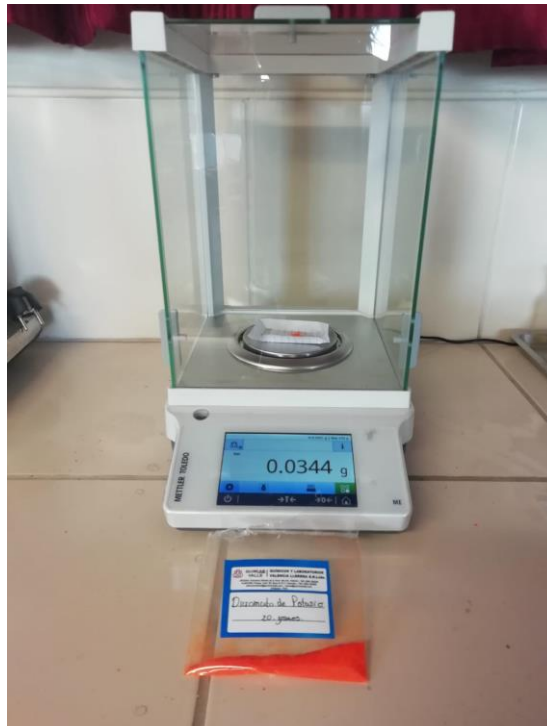


Figura 16. Pesado de cromo en balanza de precisión



Figura 17. Preparación de las soluciones con cromo para los tratamientos



Figura 18. Instalación *Eleocharis montevidensis* en los humedales



Figura 19. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos



Figura 20. Instalación de los humedales artificiales de flujo continuo para los tres tratamientos



Figura 21. Vista del crecimiento de la especie *E. montevidensis* en el humedal de flujo continuo



Figura 22. Toma de muestras de agua de los humedales de flujo continuo.



Figura 23. Sistema para el envío de muestra de agua a laboratorio



Figura 24. Selección y medición de la planta para su análisis



Figura 25. Envió de muestras de partes aéreas (tallo-hojas) y raíz para el laboratorio.