



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Fitorremediación utilizando Eclipta prostrata (L.) L para la
remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en
Puente Piedra, Lima 2024.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Castillejo Capcha, Jamil Kevin (orcid.org/0000-0002-1200-4645)

Colan Gamboa, Damaris Cesia (orcid.org/0000-0003-1187-6203)

ASESOR:

Mg. Bañon Arias, Jonnatan Victor (orcid.org/0000-0002-0996-9593)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Fitorremediación utilizando Eclipta prostrata (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.", cuyos autores son COLAN GAMBOA DAMARIS CESIA, CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 22 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS DNI: 43861382 ORCID: 0000-0002-0998-9593	Firmado electrónicamente por: JBANONAR el 22-07- 2024 12:22:24

Código documento Trilce: TRI - 0828444





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, COLAN GAMBOA DAMARIS CESIA, CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Fitorremediación utilizando Eclipta prostrata (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JAMIL KEVIN CASTILLEJO CAPCHA DNI: 71350710 ORCID: 0000-0002-1200-4645	Firmado electrónicamente por: JCASTILLEJOCA el 22-07-2024 19:48:13
DAMARIS CESIA COLAN GAMBOA DNI: 76443968 ORCID: 0000-0003-1187-6203	Firmado electrónicamente por: DCOLANG el 22-07-2024 20:48:59

Código documento Trilce: TRI - 0828446

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por brindarme la oportunidad de alcanzar este hito en mi vida profesional, y a mis padres y familiares cercanos, cuyo apoyo ha sido fundamental para llegar a este punto de mi vida profesional.

CASTILLEJO CAPCHA, Jamil Kevin

A mis padres, por apoyarme en el transcurso de mi tesis, sin ellos no lo habría logrado, a mi hermana, por estar conmigo y por ser parte de mi vida, a mi perrita Akira por no dejarme nunca sola y a todos aquellos que me acompañaron en el proceso de mi tesis.

COLAN GAMBOA, Damaris Cesia

Agradecimiento

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios por guiarme hasta este momento significativo de mi vida, a mi familia por su constante apoyo durante mi carrera, y a mi asesor por su invaluable colaboración en el desarrollo de esta tesis.

CASTILLEJO CAPCHA, Jamil Kevin

A mi madre Elsa Gamboa, no encuentro las palabras para expresar mi total agradecimiento por todo lo que ha hecho por mí, desde el inicio, ha estado a mi lado, brindándome su apoyo y motivación, en los momentos difíciles nunca me ha dejado sola y gracias a ello, he encontrado la fuerza y determinación para seguir adelante. A mis hermanas, Abihail Colan y Alitur Gamboa, por estar conmigo en cada momento y por hacer mi vida más feliz. A Dios, por brindarme salud y permitirme llegar hasta este momento de mi vida, por darme las fuerzas de seguir adelante a pesar de las adversidades que se me presentaron. A mi compañero Jamil, por brindarme su apoyo, confianza, soporte y cariño en el transcurso de nuestra tesis. A nuestro asesor Jonnatan Victor Bañon Arias por guiarnos y apoyarnos en la elaboración de nuestra tesis.

COLAN GAMBOA, Damaris Cesia

Índice de contenidos

Carátula	
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	11
III. RESULTADOS.....	18
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Tonalidad de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.....	18
Tabla 2. Crecimiento de raíz antes y después del tratamiento	18
Tabla 3. Crecimiento del tallo antes y después del tratamiento.....	20
Tabla 4. Número de hojas antes y después del tratamiento.....	21
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de la acequia tres ruedas.....	23
Tabla 6. Remoción de plomo de las aguas de la acequia tres ruedas.....	28
Tabla 7. Plomo en partes de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.....	29
Tabla 8. Implementación de humedales artificiales.....	30
Tabla 9. Condiciones de operación óptimas.	31
Tabla 10. Eficiencia de remoción del plomo.....	32
Tabla 11. Prueba de normalidad de la longitud de la raíz, longitud del tallo y número de hojas de la planta.....	33
Tabla 12. Prueba t de student para muestras relacionada (antes y después) en longitud de raíz, tallo y el número de hojas	35
Tabla 13. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	36
Tabla 14. Prueba anova para muestras (antes y después) de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas.....	37
Tabla 15. Prueba pos hoc de tukey para muestras (antes y después) de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas.....	39
Tabla 16. Prueba de normalidad de la concentración del plomo en agua.....	45
Tabla 17. Prueba anova para la concentración del plomo en agua.....	45
Tabla 18. Prueba pos hoc de tukey para la concentración de pb en diferentes días y diferentes números de plantas en el tratamiento del agua de acequia.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de proceso de la investigación	13
Figura 2. Ubicación de la zona de estudio	14
Figura 3. Ubicación de la problemática	14
Figura 4. Diseño de humedales.	15
Figura 5. Procedimiento de fitorremediación con <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L	16
Figura 6. Longitud de la raíz de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L	19
Figura 7. Longitud del tallo de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.....	20
Figura 8: Número de hojas de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.....	22
Figura 9. pH de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.	24
Figura 10. Temperatura de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.	24
Figura 11. Conductividad eléctrica de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.....	25
Figura 12. Oxígeno disuelto de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.....	26
Figura 13. Turbidez de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.	26
Figura 14. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.....	27
Figura 15. Demanda química de oxígeno (DQO) de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.....	28
Figura 16. Remoción del plomo del agua de la acequia tres ruedas.	29
Figura 17. Porcentaje de eficiencia de remoción del plomo en las aguas de la acequia	32
Figura 18: Diseño de los humedales artificiales	103
Figura 19: Recolección de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L	103
Figura 20: Adaptación de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.....	104

Figura 21: Toma de muestra iniciales para los parámetros fisicoquímicos del agua	104
Figura 22: Recolección de la muestra de agua para ser tratada	105
Figura 23: Medición de las plantas, antes y después del tratamiento.....	105
Figura 24: Implementación de las plantas en los humedales artificiales	105
Figura 25: Implementación de las plantas en los humedales artificiales	106
Figura 26: Recolección de la planta para su análisis de plomo en sus tejidos	106
Figura 27: Análisis de los parámetros fisicoquímicos	108

Resumen

El aumento poblacional y el desarrollo humano generan desafíos ambientales significativos, incluida la generación de aguas residuales que impactan negativamente en fuentes de agua superficiales y subterráneas. Este estudio aborda dichos desafíos alineándose con la ODS 6, que promueve el acceso a agua limpia y saneamiento, en tal sentido este trabajo contribuye a una solución sostenible para tratar las aguas residuales. Se evaluó la eficacia de la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata* (L.) L para eliminar plomo en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Perú. Se monitoreó la fenología de la *Eclipta prostrata* (L.) L para detectar si hay estrés por contaminantes y se analizó la calidad del agua pre y postratamiento. Los resultados mostraron una alta concentración inicial de plomo (31.653 mg/L) y parámetros fisicoquímicos preocupantes. Tras 21 días de tratamiento, la fitorremediación logró una remoción de plomo del 99.58% con 7 plantas, logrando 0.13 mg/L de plomo, mejorando también otros parámetros fisicoquímicos del agua, demostrando ser una técnica efectiva y sostenible para mejorar la calidad del agua, proteger la salud y el ambiente en Puente Piedra.

Palabras clave: Fitorremediación, agua residual, plomo, *Eclipta prostrata* (L.) L.

Abstract

Population growth and human development create significant environmental challenges, including the generation of wastewater that negatively impacts surface and groundwater sources. This study addresses these challenges in alignment with SDG 6, which promotes access to clean water and sanitation. In this sense, this work contributes to a sustainable solution to treat wastewater. The effectiveness of phytoremediation with the plant *Eclipta prostrata* (L.) L to eliminate lead in the waters of the Tres Ruedas irrigation canal in Puente Piedra, Peru was evaluated. The phenology of *Eclipta prostrata* (L.) L was monitored to detect contaminant stress, and the pre- and post-treatment water quality was analyzed. The results showed a high initial lead concentration (31,653 mg/L) and physicochemical parameters of concern. After 21 days of treatment, phytoremediation achieved a 99.58% lead removal with 7 plants, achieving 0.13 mg/L of lead, also improving other physicochemical parameters of the water, proving to be an effective and sustainable technique to improve water quality, protect health and the environment in Puente Piedra.

Keywords: Phytoremediation, wastewater, lead, *Eclipta prostrata* (L.) L.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mundo enfrenta problemas ambientales debido a las malas prácticas antropogénicas, contaminando el preciado recurso hídrico y siendo desechados en los ríos sin ser tratados, la tasa de natalidad, genera una necesidad de hacer un uso irracional de los recursos naturales (Pérez et al., 2022). Las aguas residuales es un problema grave a nivel mundial, son generados en todas las actividades, ya sea de producción, de servicio y de extracción. El 80 % de estas aguas son vertidas sin ningún tratamiento en ríos y lagos, llegando a ser desembocados en los océanos (Asociación Internacional del Agua, 2018). En Latinoamérica se cuenta con una población numerosa llegando a más de 638 millones de habitantes que residen en las ciudades, generando más de 225 millones de toneladas de desechos orgánicos e inorgánicos, sin embargo, no todas las ciudades tratan los efluentes de alcantarilla, solo el 5 % llegan a ser tratados (Kaza et al., 2018).

Con la falta del tratamiento de las aguas negras y siendo vertidas en las aguas superficiales, crean un foco infeccioso en el área de influencia directa, con la generación de vectores, el olor nauseabundo debido a la descomposición de la materia orgánica, las bacterias que puede contener y los metales pesados que se pueden encontrar, se puede observar que el impacto negativo es muy alarmante, la demanda del uso del agua aumenta cada día y esto se ve reflejado en los países poco desarrollados, que carecen de infraestructuras para el tratamiento de las aguas residuales (Reynolds, 2001).

Con el rápido desarrollo de la urbanización y el crecimiento poblacional acelerado, se originó como principal problema las aguas residuales domésticas, las cuales son vertidas a cuerpos de agua y reutilizadas sin ningún tratamiento previo, causando una gran contaminación en los recursos hídricos (Sánchez y Solórzano, 2021). En el caso del Perú, las entidades prestadoras de servicios (EPS), dan un 69,65% de cobertura a la población, por lo que, solo el 32% de las aguas residuales vertidas reciben un tratamiento previo (Cáceres et al., 2021).

La cuenca del río Chillón es una de las más importantes de Lima, ya que las aguas son utilizados para el riego y abastecen a muchos centros de cultivo, dichos cuerpos hídrico contienen altas concentraciones de contaminante, debido a las descargas de efluentes líquidos de las industrias llegando afectar la parte baja del río (Lozano y Aspajo, 2023). El distrito de Puente Piedra tiene como principal actividad la agricultura, debido a la escasez de agua se requieren estrategias como la creación de acequias para abastecer a los cultivos, por tal motivo se creó una acequia que nace en el río Chillón y desembocan en el mismo río, pero con más cantidades de contaminante ya que todo los efluentes industriales se juntan en dichas acequias (Solorzano, 2021).

En este sentido, se plantea una solución para remover el plomo y mejorar la calidad del agua de la acequia del distrito de Puente Piedra, **utilizando por primera vez en una fitorremediación la planta *Eclipta Prostrata (L.) L***, ya que es una solución que no perjudica al medio ambiente, este estudio aborda dichos desafíos alineándose con la ODS 6, que promueve el acceso a agua limpia y saneamiento, en tal sentido este trabajo contribuye a una solución sostenible para tratar las aguas residuales. El uso de las plantas en el tratamiento de aguas residuales resulta factible debido a la absorción de materia orgánica que es vital para su crecimiento y la acumulación de metales pesados en su raíz, como lo demuestra la implementación de la planta *Eclipta Prostrata (L.) L*, ya que puede vivir en las orillas de las acequias y poder absorber la materia orgánica y adherir en sus raíces metales pesados (Sharma et al., 2021).

Ante la problemática ya mencionada se planteó el **problema general**, ¿cómo fitorremediar utilizando *Eclipta prostrata (L.) L* para la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024 Y como **problemas específicos** se tiene: ¿cómo las propiedades físicas de la planta *Eclipta prostrata (L.) L* tienen influencia sobre la remoción de Pb en Puente Piedra, Lima 2024?; ¿cómo implementar humedales artificiales para la fitorremediación utilizando *Eclipta prostrata (L.) L* para la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024?; ¿cómo determinar las condiciones de operación óptima para la fitorremediación con la *Eclipta prostrata (L.) L* en Puente Piedra, Lima 2024? Y ¿cuál es la eficiencia de remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas

en Puente Piedra, Lima 2024?

Por tal motivo, la presente investigación se justifica desde el punto de vista **social**, porqué busca ayudar a los pobladores de Puente Piedra, minimizando la generación de vectores y los malos olores que provoca la acequia, así mismo, se justifica desde el punto de vista **ambiental**, porque tiene la finalidad de remover metales pesados presentes en la acequia Tres Ruedas de Puente Piedra, empleando el método de fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata (L.) L*, así se recupera gran parte del recurso hídrico sin generar daños al medio ambiente, de tal manera se justifica desde el punto de vista **científico**, debido a que se abrirán nuevas investigaciones e interrogantes.

El objetivo general de la investigación es: fitorremediar utilizando *Eclipta prostrata (L.) L* para la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024, así mismo los **objetivos específicos** son: caracterizar las propiedades físicas de la planta *Eclipta prostrata (L.) L* en Puente Piedra, Lima 2024; caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas en Puente Piedra, Lima 2024; implementar humedales artificiales para la fitorremediación utilizando *Eclipta prostrata (L.) L* para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024; determinar las condiciones de operación óptima para la fitorremediación con la *Eclipta prostrata (L.) L* en Puente Piedra, Lima 2024 y evaluar la eficiencia de remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024.

Osorio et al. (2021), en su artículo de revisión, mencionan qué las aguas residuales son flujos de agua que están conformadas por combinaciones de materias orgánicas, residuos, grasas, metales, entre otros, que provienen de las actividades antropogénicas que realizan diariamente las personas, las cuales son vertidas directamente o por sistemas de alcantarillado, como también por empresas privadas que no cuentan con un debido tratamiento.

En el artículo de investigación desarrollado por Diaz y Paredes (2022), investigaron que las aguas residuales provienen de las actividades del ser humano, entornos domésticos, urbanos, como también de industrias y ganaderías, al no ser tratadas representan un gran problema ambiental por la alta carga de contaminantes

que contienen, deteriorando la calidad del agua y poniendo en riesgo la salud pública por diversas enfermedades que podrían contraer y a la vez dañan al ecosistema.

Muñoz et al. (2020), Morales (2022), González et al. (2018), mencionan que las acequias son construidas y diseñadas por seres humanos para llevar agua desde fuentes como ríos, lagos y manantiales. Son elementos fundamentales para el desarrollo de la agricultura, ya que transportan agua hacia las áreas de producción y los centros urbanos, lo que contribuye a su crecimiento. Además, fomentan el desarrollo de la flora y la fauna debido a los minerales presentes en este recurso. Las acequias pueden ser abiertas o cubiertas dependiendo de la necesidad y las condiciones de conservación del agua. Además, desempeñan un papel cultural e histórico significativo en muchas comunidades donde todavía se utilizan en la actualidad, habiendo perdurado durante siglos como parte fundamental de la vida y la agricultura locales.

Las acequias representan un foco directo de contaminación que causa numerosos problemas ambientales. Esto se debe a la confluencia de efluentes domésticos e industriales, lo que genera preocupación entre los pobladores debido a la acumulación de residuos que provoca malos olores y la proliferación de vectores, afectando la calidad de vida de las personas que residen en las zonas cercanas a estas acequias. Este problema ha sido observado en la ciudad de Chiclayo, específicamente en la acequia de Cois, donde las autoridades no han implementado un tratamiento adecuado (Romero, 2023).

El distrito de Puente Piedra posee una acequia que se origina en el río Chillón con el propósito de abastecer de agua a las áreas de cultivo. En la actualidad, la responsabilidad de esta acequia recae en el Ministerio de Agricultura. Sin embargo, es importante destacar que esta acequia se encuentra en un estado crítico, ya que no recibe el mantenimiento necesario. Actualmente, se ha convertido en un foco de infección para los residentes que viven cerca de ella, debido a los olores provenientes de la descomposición de materia orgánica, que afectan a la sociedad. Además, se ha observado un aumento en la proliferación de vectores que representan una amenaza para la salud de la población (RPP, 2015).

La Fitorremediación resulta ser una técnica ecológica y económica para la remediación en zonas contaminadas, que se basa en la utilización de diversas plantas para la reducción de concentraciones contaminantes, ya que estas poseen procesos bioquímicos, como también el uso de microorganismos o biomasas, para la depuración de lugares contaminados, todo con el objetivo de remediar las aguas que han sufrido los efectos de las actividades antropogénicas (Pedraza, 2021).

Mendarte et al. (2021), en su artículo de revisión, mencionan que, la fitorremediación es una tecnología sustentable, utilizada comúnmente en procesos de descontaminación por su viabilidad económica, el cual utiliza el potencial de diversas plantas, sus microorganismos asociados a ellas para la remoción, degradación y estabilización de contaminantes, reduce la acumulación de diversos compuestos de manera in situ o ex situ, mediante procesos bioquímicos, su éxito depende de las condiciones ambientales y la capacidad de las especies para degradar los contaminantes, por ello se evalúa el potencial de las plantas y su efecto remediador en altas concentraciones.

Duran y Lino (2023) en su artículo científico, sustentan que, a medida que va creciendo la población y sus actividades antropogénicas que realizan diariamente, junto al crecimiento del desarrollo industrial, han originado la contaminación de muchas fuentes de agua, lo cual origina las continuas descargas de aguas residuales, por ello, existe la necesidad de utilizar tecnologías beneficiosas y de accesibilidad económica para mejorar la calidad del agua, como la fitorremediación, que se basa en la utilización de diversas plantas con ciertas características que poseen y que favorecen para remediar las impurezas orgánicas e inorgánicas de las aguas residuales.

Corcho et al. (2023), en su artículo científico, investigaron que la fitorremediación es una tecnología viable, útil, rentable y sostenible, que se caracteriza por la utilización de diversas plantas para restaurar ambientes contaminados, debido a que cuentan con la capacidad de eliminar sustancias altamente tóxicas mediante sus procesos metabólicos, así como también de remover y neutralizar los contaminantes, para las aguas residuales, se someten a procesos de descontaminación y se evalúan sus parámetros, como el pH, conductividad, metales pesados, oxígenos disueltos, DBO, DQO, entre otros, después de ello, se

seleccionan ciertos tipos de plantas que puedan estar acorde con el clima, y tener características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas que serán tratadas, para saber la capacidad y su sobrevivencia de la planta, ya que el éxito de la fitorremediación, se encuentra en la adecuada selección de las especies y su capacidad de sobrevivencia en el clima del lugar.

Según los autores Sharma et al. (2021) y Majeed et al. (2015), realizaron el uso de la planta *Eclipta alba* en la reducción de metales pesados como el Pb (Plomo), Fe (Hierro), Cu (Cobre) y (As) Arsénico, en aguas residuales, se realizó una fitorremediación para ver la eficacia de absorción de metales pesados, se recolectó la planta *Eclipta alba* en función a su abundancia en el lodo, se escogió las plantas más conservadas para luego ser lavadas con agua destilada con la finalidad de eliminar el lodo en las raíces y las hojas. Para las muestras de los efluentes se realizó un análisis y se llegó a recolectar 25 L de agua para luego ser implementado en un humedal artificial, las plantas fueron creciendo en sustrato para luego ver la eficiencia de reducción de metales en el agua, se observó una eficiencia mayor a 50% en la absorción de metales y carga orgánica en el séptimo día. Los demás parámetros analizados como el pH, color, ST, STD, SST, DBO Y DQO también fueron reducidos de manera significativa.

Los metales pesados contaminan el medio acuático y terrestres debido a la alta concentración y toxicidad que contienen, por lo cual, la calidad del agua se ve afectada, ya que altera sus características fisicoquímicas o biológicas, llegando así que en diversas ocasiones excedan los límites máximos permisibles y los estándares de calidad ambiental (Diaz et al., 2023), (Trojanowska, 2023), (Ullah et al., 2023).

Las concentraciones de metales pesados como cadmio, arsénico, cobre, cromo, plomo, antimonio, zinc y níquel en cuerpos de agua superficiales y en estaciones secas de ríos sobrepasan los rangos normales, alterando la composición fisicoquímica del agua, peligrando así la salud humana y el medio ambiente, la causa de las altas concentraciones se debe a las actividades del hombre, tanto como domésticas, urbana, agrícola e industriales y el descargue de aguas residuales en los ríos sin ningún tratamiento previo (Quispe et al., 2019).

Las fuentes de agua están siendo amenazadas por la contaminación antrópica, lo que puede resultar en la degradación de ecosistemas. Esto se debe a que ciertos metales altamente tóxicos para la salud pueden persistir en el ambiente y tener la capacidad de incorporarse en la cadena alimentaria de los seres vivos y la resistencia a la biodegradación. Los metales pesados pueden acumularse en los organismos en un proceso llamado bioacumulación, lo que conlleva numerosos problemas de salud, como trastornos neurológicos, enfermedades respiratorias, trastornos vasculares y daños en el hígado y los riñones (Nanayakkara et al., 2023), (Shang et al., 2023), (Tomczyk et al., 2023).

Jadhav et al. (2009), Mithun et al. (2011), Bolós y Masclans (1955), mencionan a la planta *Eclipta alba* que es una especie herbácea que comúnmente se encuentra en lugares húmedos como en las orillas de las acequias y plantaciones de arroz, es una planta que tiene flores blancas y ramificaciones con hojas opuestas, el nombre proviene de la palabra griega deficiente, debido a la ausencia de cerdas y aristas en el fruto, como también por el color blanco de las flores, la planta tiene un sabor amargo, fuerte y seco, esta especie es utilizada en India como planta medicinal debido a sus antioxidantes como para tratar el dolor de cabeza y enfermedades que estén relacionados con la caída de cabello.

Actualmente el mundo tiene muchos problemas de contaminación de recursos hídricos por metales pesados, ya sea en actividades de extracción, producción o servicio, que genera problemas en la sociedad, por tal motivo se optó por buscar soluciones eficientes y que sean amigables con el ambiente, es ahí donde se llega a usar la técnica de fitorremediación que consiste en usar plantas que tengan la capacidad de poder adherir en sus raíces y tallos los metales pesados y poder soportar las condiciones o tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes, dicho método es más rentable por el bajo costo que demanda. El objetivo de la fitorremediación en recursos hídricos contaminados por metales es disminuir dichos parámetros hasta un nivel aceptable que no pueda causar ningún daño al ambiente (Oggero et al., 2021), (Nayeri et al., 2023), (Wang y Aghajani Delavar, 2023).

La fitorremediación cuenta con las siguientes técnicas, la fitoextracción que es el uso de plantas para asimilar o adherir componentes tóxicos que se encuentran en el agua suelo y sedimentos (Moreno et al., 2022). La fitoestabilización consiste en

inmovilizar los contaminantes como los metales pesados que son absorbidos por las raíces de las plantas, esto con el fin de que los contaminantes no migren a otras fuentes hídricas ya sea superficial o subterránea (Reyna et al., 2022). La fitovolatilización consiste en la absorción de contaminantes por la raíz y las hojas para luego ser liberados en el aire (Castaño et al., 2022). Y la fitodegradación logra degradar compuestos orgánicos ya sea por plantas o microorganismos utilizando sus enzimas (Alquisira et al., 2022).

La fitorremediación es efectiva para el tratamiento de aguas residuales, pero no quiere decir que todas las especies de plantas pueden ser utilizadas, debido a que necesitan cumplir con diversas características que les permitan adaptarse al medio y crear condiciones ideales para que se produzca el proceso de eliminación de los contaminantes, por lo que, se evaluaron las plantas *Typha domingensis* y *Canna generalis*, en la eliminación de plomo en las aguas residuales utilizando humedales artificiales, las aguas se prepararon en concentraciones de 5, 10 y 15 mg/L Pb, en donde se aplicaron 9 tratamientos, tres sin plantas, tres sembrados con *Typha dominguensis* y tres sembrados con *Canna generalis*, en un periodo de tiempo de 4 días de retención hidráulica, mientras que el pH y alcalinidad fueron diariamente. La remoción de plomo prevaleció en las primeras 2 horas, luego fue potenciada a las 24 horas por procesos biológicos, la *Canna generalis* absorbió mayor cantidad de plomo en sus raíces que en las hojas, totalmente opuesto a *Typha domingensis*, ya que presento capacidad de translocación de metal, se pudo verificar que el rol de estas plantas para la fitorremediación en tratamiento de aguas residuales para la remoción de plomo es efectivo (Vera et al., 2016).

Según Khan et al. (2022), en el artículo "Phytoremediation of toxic heavy metals in polluted soils and water of Dargai District Malakand Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan", se analizó 9 especies de plantas nativas encontradas en el distrito de Tehsil Dargai Malakand con el objetivo de dar a conocer cuál de las especies tiene mayor eficacia con la absorción de metales pesados, por cual se seleccionaron las especies, *Pteris vittata*, *Populus nigra*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Persicaria maculosa*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Verbascum thapsus*, *Ricinus communis* y *Parthenium hysterophorus* para la remoción de metales en efluentes y suelos industriales en 7 sitios diferentes del distrito, se escogió las zonas donde se

liberan constantemente efluentes industriales. Para la toma de muestra se escogieron las sepas más predominantes de cada una de las especies para luego ser lavados con agua destilada para la eliminación de restos de tierra o lodo, luego se pasó a realizar la fitorremediación en efluentes y suelos, para análisis se volvió a lavar con agua destilada y a secar las muestras de cada parte aproximadamente 0.5 g y 5 ml de solución concentrada HNO_3 2 ml de solución HClO_4 . Luego se conservó los filtrados en un matraz de 50 ml, se pasó a aumentar en volumen a 50 ml con agua destilada. Luego se llegó analizar los filtrados mediante el método espectrofotómetro de absorción atómica arrojando los resultados con bases en el factor de bioconcentración (FCB) más alto respecto al metal Zinc, Plomo y hierro en las raíces fue la especie *Pteris vittata*, el FCB más alto en las raíces para el cromo fue la especie *Populus nigra* por lo cual la planta más efectiva es la *Pteris vittata*.

Bazan y Chiclla (2023) en su artículo sustenta que, como consecuencia de las actividades antropogénicas del hombre se generan las aguas residuales, ya que, al no recibir un debido tratamiento, albergan altos niveles de contaminantes, perjudicando la flora y fauna acuática, como también da lugar a malos olores, proliferación de bacterias y riesgos para la salud pública.

Chiclote et al. (2020), en su artículo, mencionan que, las aguas residuales contienen un alto nivel de carga orgánica como DBO, DQO, metales pesados, entre otros, por ello, los diversos sistemas de tratamiento de aguas residuales cuentan con un alto costo, debido a la gravedad que contengan, frente a ello, se vienen planteando tratamientos alternativos con accesibilidad económica que reduzcas los contaminantes presentes en el agua.

La presente investigación tiene como **hipótesis general**, La planta *Eclipta prostrata* (L.) L remueve el Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra-Perú 2024 y como **hipótesis específicos** tenemos: Las características de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L permite la remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024; Las propiedades fisicoquímicas de la acequia tres ruedas permiten la fitorremediación con la especie vegetal *Eclipta prostrata* (L.) L en Puente Piedra, Lima 2024; Los humedales artificiales permiten realizar la fitorremediación utilizando *Eclipta prostrata* (L.) L para la remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024; Las

condiciones de operación permiten la fitorremediación con la *Eclipta prostrata* (L.) L en Puente Piedra, Lima 2024 y la eficiencia de remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas mediante la planta *Eclipta prostrata* (L.) L es mayor al 50 %, Puente Piedra, Lima 2024.

II. METODOLOGÍA

La investigación se clasificó como **aplicada**, ya que su objetivo era abordar la problemática presentada mediante el uso de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L en las aguas de la acequia Tres Ruedas, en Puente Piedra. La investigación aplicada se enfoca en encontrar soluciones a los problemas planteados en los objetivos de estudio (Arias y Covinos, 2021).

El diseño de esta investigación fue **experimental**, utilizando como variable independiente la planta *Eclipta prostrata* (L.) L para la remoción de plomo (Pb) de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024. La investigación experimental se caracteriza por manipular las variables independientes y evaluar su impacto en las variables dependientes (Ramos, 2021).

Además, este estudio adoptó un enfoque **cuantitativo**. Se evaluaron las condiciones óptimas de operación para la fitorremediación con *Eclipta prostrata* (L.) L, analizando su eficiencia en la remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024. La investigación cuantitativa tiene como objetivo recopilar y analizar datos de manera numérica, explorando relaciones o asociaciones entre variables cuantificables. Es fundamental establecer una estrategia de investigación, ya sea experimental o no experimental, para identificar relaciones causales entre las variables (Serra, López y Targarona, 2022).

En cuanto al nivel de análisis, esta investigación fue explicativa. Se tomaron diversas muestras que se utilizaron para la construcción de humedales artificiales. Los estudios explicativos buscan establecer relaciones causales entre variables (Galarza, 2020).

Las dos variables consideradas en este estudio son:

- Variable independiente: especie herbaria *Eclipta prostrata* (L.) L.
- Variable dependiente: fitorremediación de aguas contaminadas por plomo.

Siguiendo la línea de investigación, la **población** estuvo compuesta por elementos o unidades de análisis relacionados con el ámbito de la acequia Tres Ruedas, que cuenta con un caudal de 500 L/s (Condori, 2020).

Quispe et al. (2020) señalan que la muestra debe ser representativa de la población para que los resultados sean válidos. La **muestra** de esta investigación consistió en 24 litros de agua tomados de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra. La unidad de análisis llevada al laboratorio fue de 3 litros e incluyó todos los parámetros de muestreo.

Respecto al método de **muestreo**, se utilizó un muestreo aleatorio simple, seleccionando aleatoriamente muestras del área problemática identificada. Estas muestras contribuyeron a obtener resultados sobre la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata (L.) L* y su eficiencia en la remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra - Lima (Valdivieso, 2021)

Se realizó una observación directa y se registró toda la información de los datos obtenidos en las fichas técnicas, en donde se tuvieron 4 fichas de recolección de datos, las cuales fueron las siguiente:

- La primera ficha se basa en los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia Tres Ruedas, como se puede observar en la ficha 1 que se encuentra en el Anexo 3.
- La segunda ficha es la caracterización de la planta *Eclipta prostrata (L.) L*, como se puede observar en la ficha 2.
- La tercera ficha son las condiciones de operación para la fitorremediación con la *Eclipta prostrata (L.) L*, como se puede observar en la ficha 3.
- La cuarta y última ficha son las dimensiones del humedal artificial, como se puede observar en la ficha 4.

En este sentido, es necesario seguir un procedimiento que muestre paso a paso la elaboración de la tesis. Por lo tanto, se plantean los siguientes pasos:

En la Figura 1 se observa el procedimiento para la fitorremediación del agua.

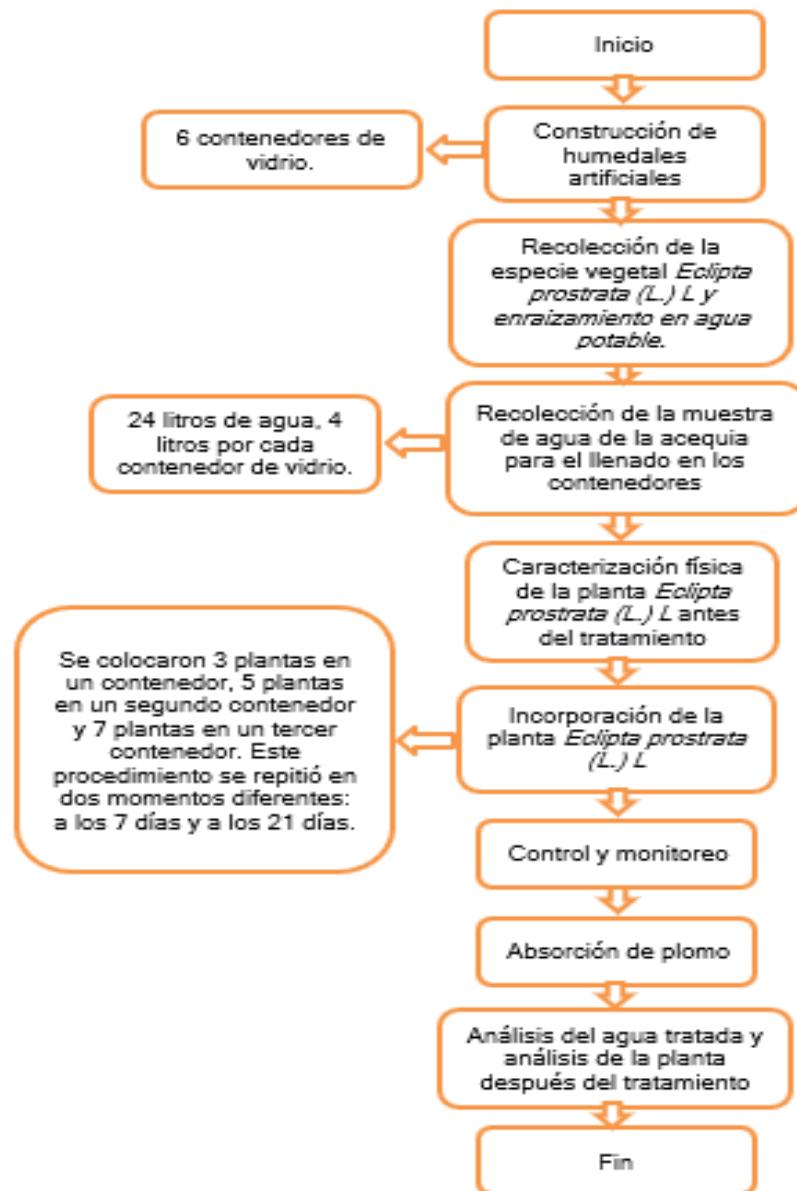


Figura 1. Flujograma de proceso de la investigación

En la Figura 2 se observa la ubicación de la zona de estudio.

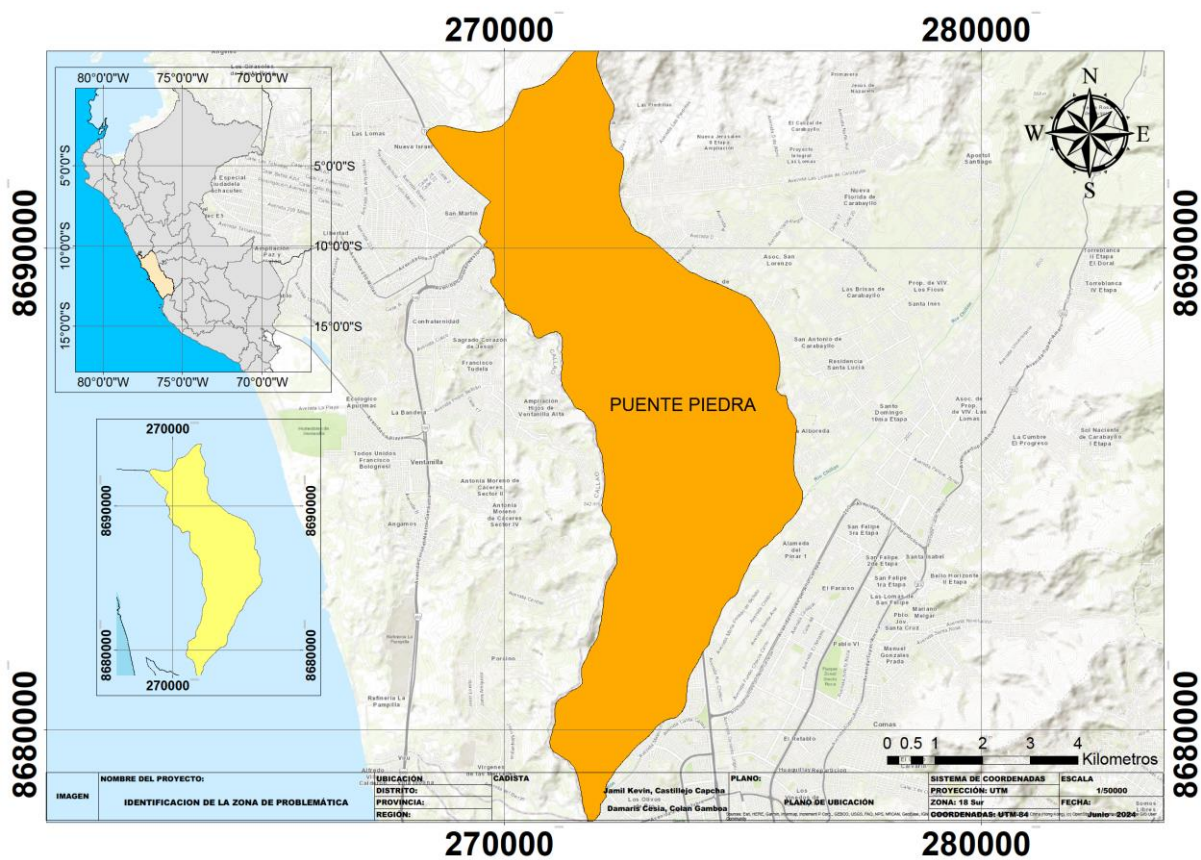


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio

En la Figura 3 se puede observar la ubicación del lugar de la problemática que está en el mismo paradero Rosa Luz.



Figura 3. Ubicación de la problemática

En la Figura 4, se puede observar que se crearon seis humedales artificiales para alojar la planta *Eclipta prostrata* (L.) L. Se construyó una estructura de vidrio similar a una pecera, con las siguientes dimensiones: 40 cm de largo, 30 cm de alto y 15 cm de ancho.

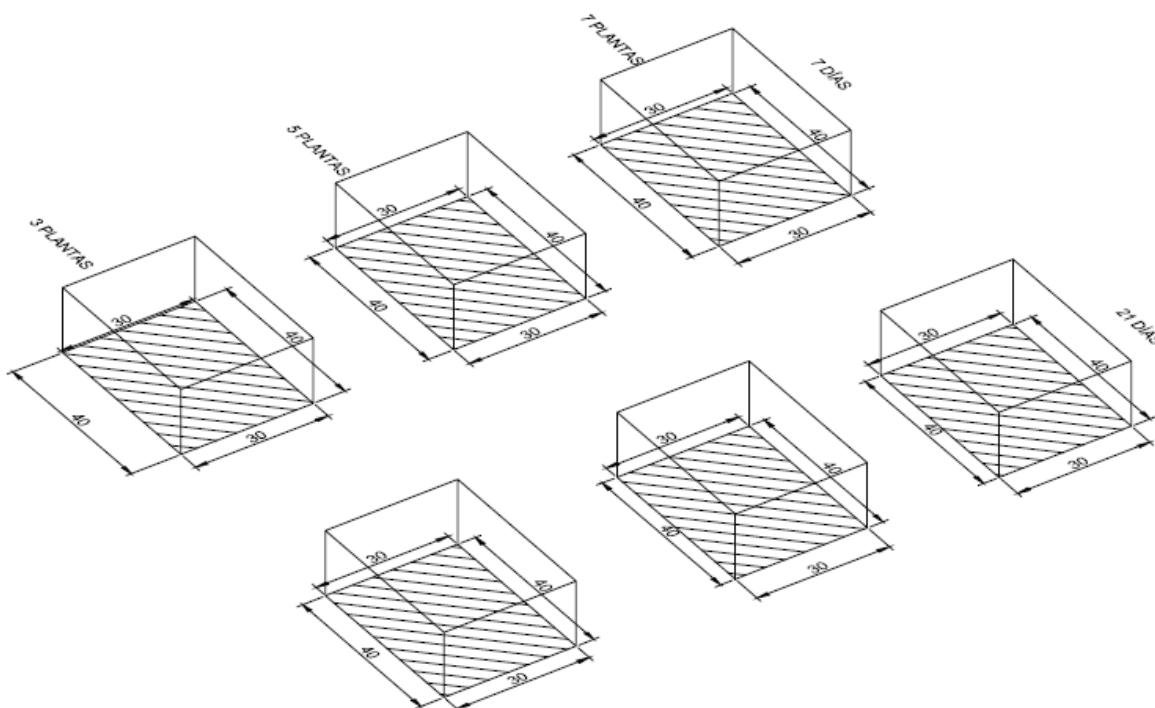


Figura 4. Diseño de humedales.

$$\text{Volumen del humedal: } V_H = \frac{L \times A \times A}{1000} = \frac{40 \times 30 \times 15}{1000} = 18 \text{ L}$$

Se llevó a cabo la recolección de las plantas en las orillas de la acequia mediante una observación directa para identificar aquellos individuos que se encontraban en un estado óptimo de salud y tengan un tamaño que no sea inferior a 20 cm ni superior a 25 cm. Se procedió a extraer 30 unidades de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L, colocando 3 plantas en un contenedor, 5 plantas en un segundo contenedor y 7 plantas en un tercer contenedor. Este procedimiento se repitió en dos momentos diferentes: a los 7 días y 21 días, las cuales fueron posteriormente lavadas con agua destilada con el propósito de eliminar cualquier partícula adherida que pudiera alterar la muestra de agua.

Se procedió a recolectar la muestra de agua de la acequia ubicada en la Panamericana Norte km. 8 en Puente Piedra, Lima. El propósito de esta acción fue llevar a cabo un análisis inicial del agua, de misma manera, se pasó a recolectar 24

L de agua para el proceso de fitorremediación. Se estableció coordinación con un laboratorio especializado, en donde se llevó a cabo el monitoreo del agua.

Dado que se trata de una acequia, se seleccionó un único punto de muestreo que está ubicado en el puente peatonal que cruza la misma acequia. Este punto se ha escogió debido a su accesibilidad y la posibilidad de realizar una observación directa de los problemas relacionados con la calidad del agua, luego se pasó a llenar una cadena de custodia con los parámetros monitoreados.

En la estructura de vidrio, de las dimensiones previamente mencionadas, se procedió a colocar 4L de agua previamente recolectado de la acequia tres ruedas en cada uno de los humedales, haciendo un total de 24 L por los seis humedales.

Se instaló una malla negra con un orificio de 1 cm en la parte superior de las estructuras de vidrio, con el cual se sostuvo las plantas durante los 21 días de tratamiento. Posteriormente, se procedió a colocar las plantas de *Eclipta prostrata* (L.) L en las estructuras, distribuyéndolas de la siguiente manera: la primera estructura tuvo 3 plantas, la segunda estructura 5 plantas y la tercera estructura 7 plantas. Este procedimiento se repitió en dos intervalos de tiempo establecidos: a los 7 días y 21 días.

Los primeros tres humedales artificiales retuvieron agua por un período de 7 días y los tres últimos conservaron el agua durante 21 días. Después de este período, se llevó a cabo el proceso de drenaje de los humedales, el agua resultante y la planta se trasladó al laboratorio para su análisis.

En la Figura 5 se muestra el proceso de fitorremediación desde la colocación del agua contaminada hasta la colocación completa de las plantas.

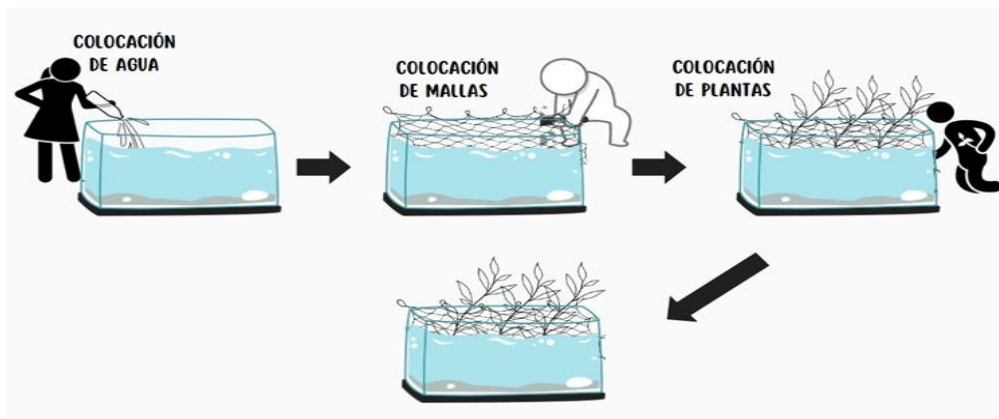


Figura 5. Procedimiento de fitorremediación con *Eclipta prostrata* (L.) L

Al finalizar el período que se estableció en cada uno de los humedales artificiales, se llevó a cabo la determinación de la eficiencia en la remoción de plomo (Pb), seguido del análisis de la planta en cada una de las partes, raíz tallo y hoja. Para ello, se tomó en cuenta tanto la concentración inicial como la concentración final del plomo.

$E = \frac{C_0 - C_F}{C_0} \times 100$	<i>Ecuación (1)</i>
--	---------------------

Para el **análisis de datos**, se emplearon programas estadísticos como IBM SPSS para la prueba de normalidad y el análisis de datos para comprobar la hipótesis y Microsoft Excel 365, los cuales posibilitaron la creación de tablas, gráficos y la realización de estadísticas. Además, se utilizó una hoja de cálculo donde se consignó toda la información recopilada durante el proceso de obtención de resultados.

En este proyecto de investigación, se dio prioridad al respeto y la honestidad en la presentación de la información. Por esta razón, se sometió al programa Turnitin, que mostró un porcentaje de similitud menor al 20%. Este resultado sirvió como prueba de la originalidad y del aporte que se está realizando. Además, se siguió el formato ISO-901 para citar a los autores mencionados en el proyecto. Esta investigación también se enmarca en la resolución N° 0262-2020 del código de ética de la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

Siguiendo con el **primer objetivo específico** de la investigación se caracterizó las propiedades físicas de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L, en el cual se procesó los resultados de la medición del tamaño de la raíz, tallo y número de hojas obteniendo los siguientes resultados:

En la Tabla 1, se muestra la tonalidad de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L antes y después del tratamiento.

Tabla 1. Tonalidad de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

Tratamientos		Tonalidad de la planta
T1	Antes	Verde oscuro
	Después	Verde oscuro
T2	Antes	Verde oscuro
	Después	Verde oscuro
T3	Antes	Verde oscuro
	Después	Verde oscuro
T4	Antes	Verde oscuro
	Después	verde
T5	Antes	Verde oscuro
	Después	Marrón
T6	Antes	Verde oscuro
	Después	Marrón

En cuanto a la tonalidad se observó que en la semana 7 mostraron tonalidad verde oscuro. Sin embargo, los tratamientos T4, T5 y T6 que corresponden a la semana 21 las plantas empezaron a tornarse de color marrón.

En la Tabla 2, se muestra el tamaño del crecimiento de la raíz desde el primer tratamiento (T1), hasta el último tratamiento (T6).

Tabla 2. Crecimiento de raíz antes y después del tratamiento

Tratamientos		Raíz (cm)
T1	Antes	3.23
	Después	3.27
T2	Antes	3.36

	Después	3.42
T3	Antes	3.47
	Después	3.61
T4	Antes	3.83
	Después	5.13
T5	Antes	3.80
	Después	4.94
T6	Antes	3.86
	Después	5.40

En la Figura 6, se presenta la longitud de la raíz de *Eclipta prostrata* (L.) L de los diferentes tratamientos.

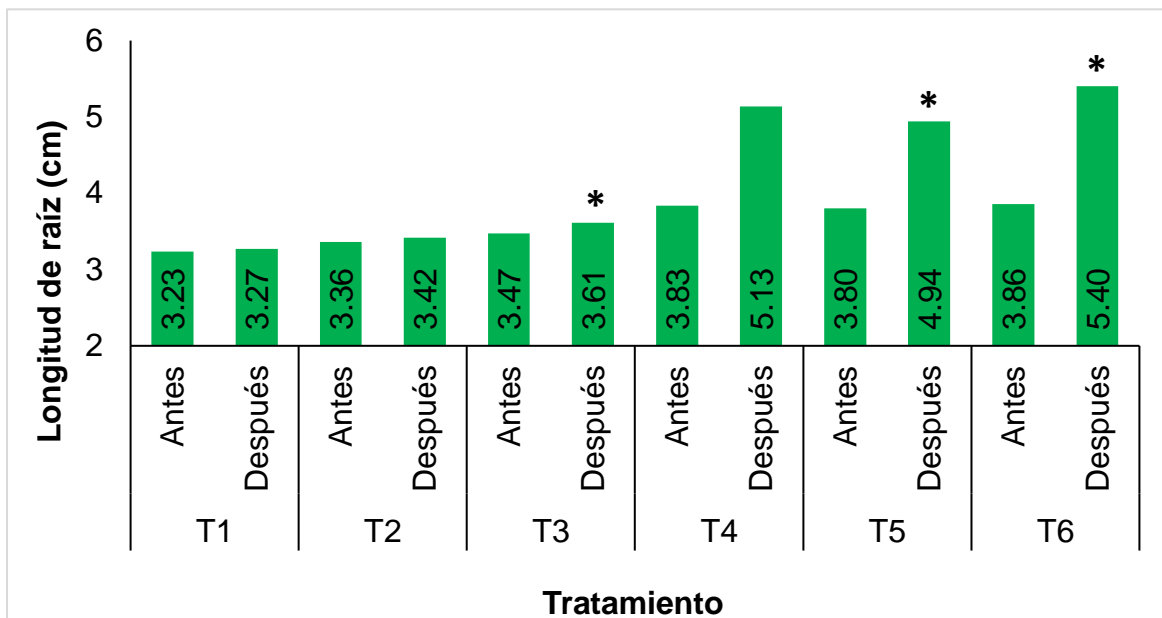


Figura 6. Longitud de la raíz de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Se muestra el crecimiento de la raíz de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento, los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a crecimiento de raíz de *Eclipta prostrata* (L.) fueron en los tratamientos T3, T5 Y T6, esto nos quiere decir que la planta tuvo mayor crecimiento respecto al tiempo.

En la Tabla 3, se muestra el tamaño del crecimiento del tallo desde el primer tratamiento (T1), hasta el último tratamiento (T6).

Tabla 3. Crecimiento del tallo antes y después del tratamiento.

	Tratamientos	Tallo (cm)
T1	Antes	20.37
	Después	20.47
T2	Antes	19.04
	Después	19.18
T3	Antes	19.86
	Después	20.01
T4	Antes	20.93
	Después	23.40
T5	Antes	20.30
	Después	24.70
T6	Antes	19.89
	Después	24.59

En la Figura 7, se muestra la longitud del tallo de *Eclipta prostrata* (L.) L de los diferentes tratamientos.

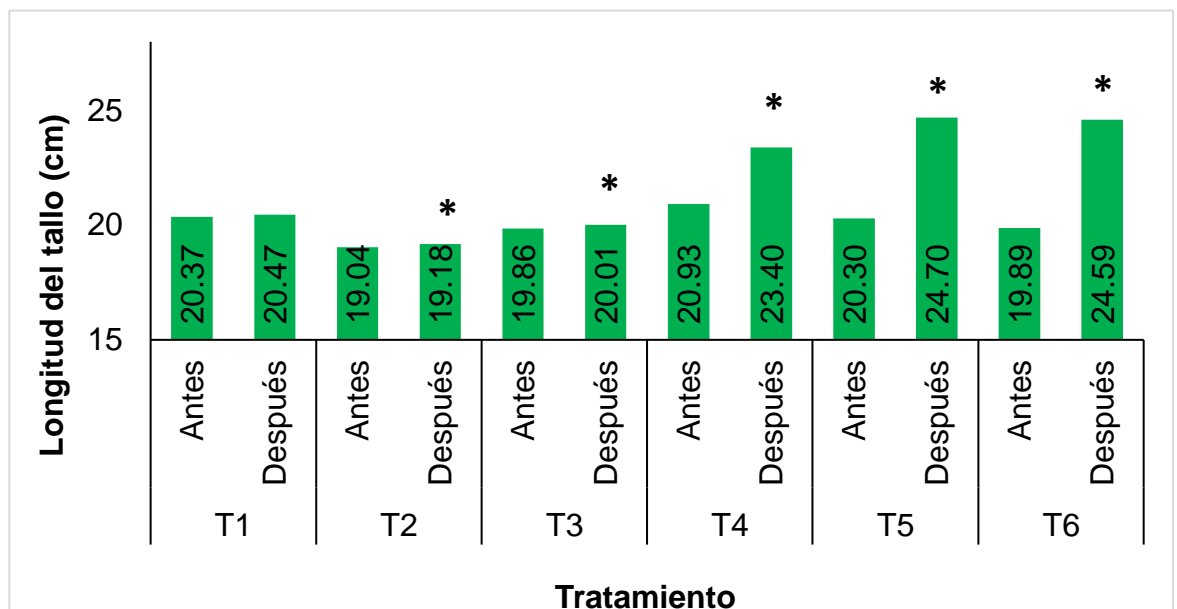


Figura 7. Longitud del tallo de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Se muestra la longitud del tallo de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento, los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a crecimiento del tallo de *Eclipta prostrata* (L.) fueron en los tratamientos T2 de 19.04 cm a 19.18 cm, T3 de 19.86 cm a 20.01 cm, T4 de 20.93 cm a 23.40 cm, T5 de 20.30 cm a 24.70 cm y T6 de 19.89 cm a 24.59 cm, los resultados demuestran que la planta tenía un crecimiento normal.

En la Tabla 4, se muestra el número de hojas desde el primer tratamiento (T1), hasta el último tratamiento (T6).

Tabla 4. Número de hojas antes y después del tratamiento.

Tratamientos		Número de hojas
T1	Antes	14.00
	Después	14.00
T2	Antes	15.00
	Después	15.00
T3	Antes	15.00
	Después	15.00
T4	Antes	14.00
	Después	11.00
T5	Antes	15.00
	Después	14.00
T6	Antes	15.00
	Después	13.00

En la Figura 8, se muestra el número de hojas de *Eclipta prostrata* (L.) L de los diferentes tratamientos.

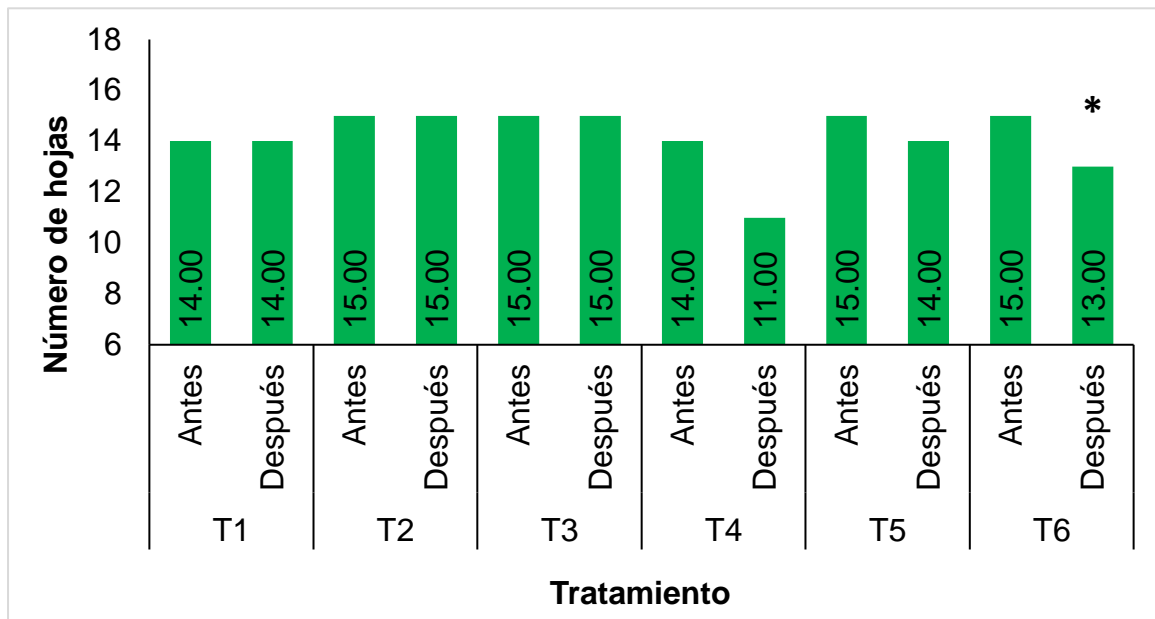


Figura 8: Número de hojas de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Se muestra el número de hoja de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento, los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a número de hoja de *Eclipta prostrata* (L.) solo fue en el tratamiento T6 en cual algunas hojas de las plantas empezaron a caerse y la tonalidad de las hojas caídas fueron de color marrón.

Siguiendo con el **segundo objetivo específico** que es la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas, se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas en Puente Piedra, el cual muestra que el agua antes de su tratamiento (T0) tuvo un pH inicial de 8.26, temperatura de 24 °C, conductividad eléctrica (C.E.) de 1354 μ S/cm, oxígeno disuelto (O. D.) de 1.07 mg/L, turbidez de 84.1 NTU, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 731 mg/L y demanda química de oxígeno (DQO) de 894 mg/L.

Después del tratamiento (T1 a T6) resultaron que hubo diferencias significativas del pH de T0 con los demás tratamientos (T1 a T6), sin embargo, mientras va de T1 hasta T6 el valor de pH tiende a ser menor, siendo T6 el de menor valor y el tratamiento que mejor redujo el pH.

En la Tabla 5 se muestran las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas en Puente Piedra al inicio (T0) y los tratamientos finales (T1 a T6).

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de la acequia tres ruedas.

Tratamiento	pH	T (°C)	C.E ($\mu\text{S/cm}$)	O.D (mg/L)	Turbidez (NTU)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)
T0	8.26	24.00	1354.00	1.07	84.10	731.00	894.00
T1	7.84	23.80	925.00	7.75	3.75	417.67	486.00
T2	7.81	23.80	955.00	7.62	2.12	410.00	453.00
T3	7.74	23.80	870.00	7.78	1.83	403.33	436.00
T4	7.62	21.60	958.67	7.59	2.12	172.33	221.67
T5	7.57	21.60	860.67	7.60	1.50	167.00	212.67
T6	7.48	21.70	699.67	7.50	0.78	163.00	207.67

Los resultados muestran que hubo un tratamiento óptimo de las aguas residuales de la acequia Tres Ruedas. La fitorremediación del plomo y los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno) mostraron mejoras significativas. Por ejemplo, el plomo inicial (Pb) de 31.625 mg/L se redujo a 0.13 mg/L. Además, se observaron cambios en otros parámetros: el pH pasó de 8.26 a 7.48, la conductividad eléctrica disminuyó de 1354 a 699.67, el oxígeno disuelto aumentó de 1.07 mg/L a 7.50, la turbidez se redujo de 84.10 NTU a 0.78 NTU, la DBO disminuyó de 731 mg/L a 163 mg/L y la DQO se redujo de 894 mg/L a 207.67 mg/L.

En la Figura 9, se presentan todos los valores del pH desde el tratamiento inicial T0 (8.26) hasta el tratamiento final T6 (7.48).

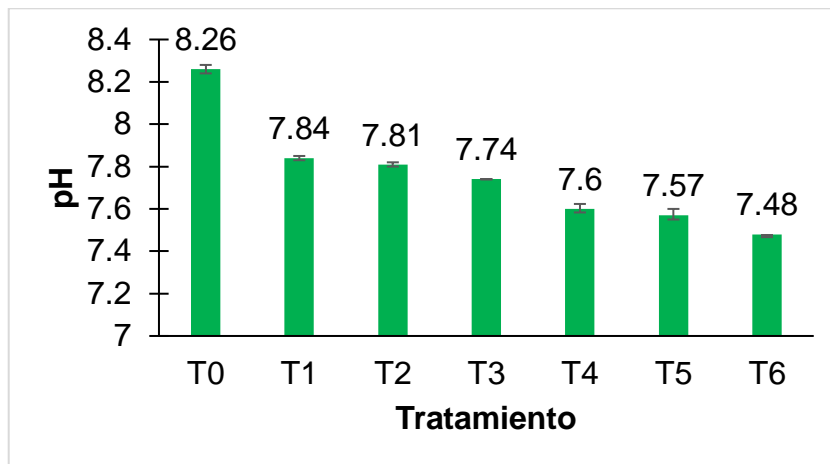


Figura 9. pH de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento

Respecto al pH se observó una disminución en comparación a la muestra inicial T0 (8.26), llegando hasta un 7.48 de pH en el tratamiento final T6, siendo el tratamiento que redujo mejor el pH.

En la Figura 10, se presentan todos los valores de la temperatura desde el tratamiento inicial T0 (24 °C) hasta el tratamiento final (21.7 °C).

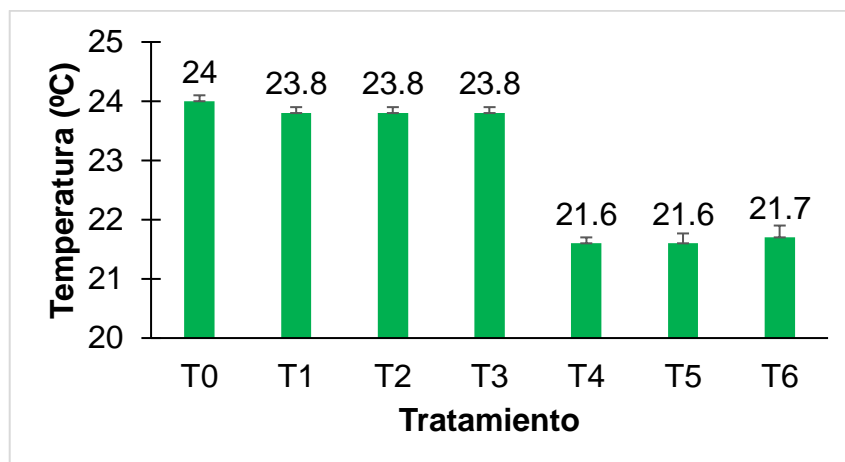


Figura 10. Temperatura de la muestra inicial y final del agua de la acequia.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento

El parámetro temperatura, en comparación de la temperatura del agua de la acequia tres ruedas en Puente Piedra (sin tratamiento, T0) mostró cambios en los demás tratamientos (T1 a T6), siendo el de menor temperatura en T5.

En la Figura 11, se presentan todos los valores de la conductividad eléctrica desde el tratamiento inicial T0 (1354 $\mu\text{S}/\text{cm}$) hasta el tratamiento final T6 (699.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

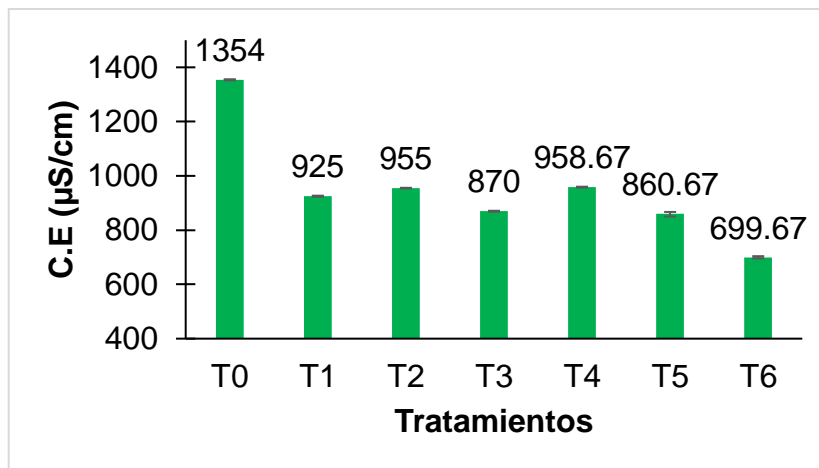


Figura 11. Conductividad eléctrica de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Respecto a conductividad eléctrica, mostraron diferencias significativas entre T0 (agua sin tratamiento) con los demás tratamientos (T1 a T6), en el cual muestra reducción de la conductividad eléctrica en los tratamientos de T1 a T6. Sin embargo, T1 a T5 no muestran ser estadísticamente diferentes (comparten una letra en común) entre ellos, pero T6 sí logra ser estadísticamente diferente que los tratamientos de T1 a T5. Por lo tanto, T6 es el que mejor logra reducir la conductividad eléctrica hasta llegar a un valor de 699.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, partiendo de T0 (agua sin tratar) con valor de 1354 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En la Figura 12, se presentan todos los valores del oxígeno disuelto desde el tratamiento inicial T0 (1.07 mg/L) hasta el tratamiento final T6 (7.5 mg/L).

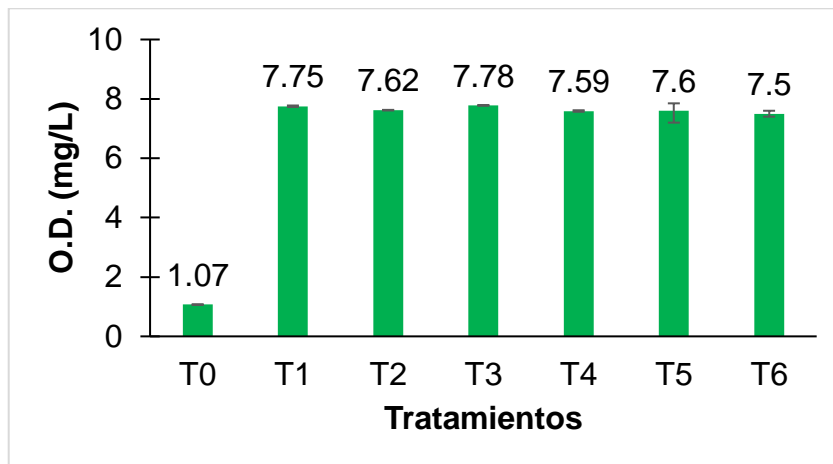


Figura 12. Oxígeno disuelto de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

En cuanto a oxígeno disuelto (O.D.) hubo diferencia significativa entre T0 (agua sin tratamiento) con tratamientos de T1 a T6, en las cuales muestran que aumentaron el O.D. Sin embargo, entre los tratamientos T1 hasta T6 no mostraron diferencias significativas entre ellas (comparten una letra en común).

En la Figura 13, se presentan todos los valores de la turbidez, desde el tratamiento inicial T0 (84.1 mg/L) hasta el tratamiento final T6 (0.78 mg/L).

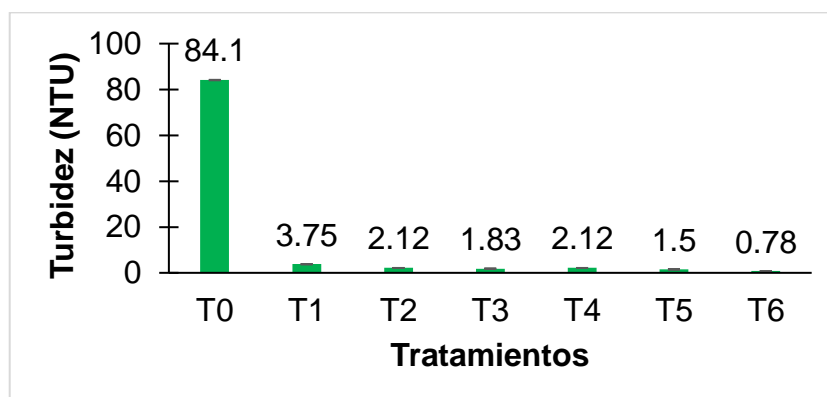


Figura 13. Turbidez de la muestra inicial y final del agua de la acequia

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Con respecto a la turbidez hubo diferencia significativa entre T0 que tuvo valor de 84.1 NTU con los demás tratamientos (T1 a T6), en el cual muestra una reducción considerable del parámetro turbidez, siendo el T6 el tratamiento que se redujo más hasta 0.78 NTU.

En la Figura 14, se presentan todos los valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), desde el tratamiento inicial T0 (731 mg/L) hasta el tratamiento final T6 (163 mg/L).

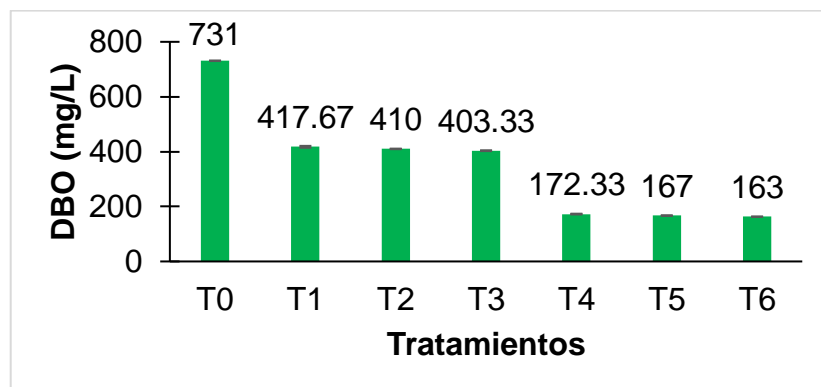


Figura 14. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Los resultados muestran que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) mostraron ser estadísticamente diferente entre T0 (agua sin tratamiento) con los tratamientos de T1 hasta T6, en el cual muestran una reducción de la concentración de DBO respecto a su estado inicial (T0, agua sin tratamiento). Sin embargo, los que redujeron mejor el DBO fueron T4 (172.33 mg/L), T5 (167 mg/L) y T6 (163 mg/L), las cuales las diferencias estadísticas muestran que han sido mejor estos tratamientos, siendo el mejor T6.

En la Figura 15, se presentan todos los valores de la demanda química de oxígeno (DQO), desde el tratamiento inicial T0 (894 mg/L) hasta el tratamiento final T6 (207.67 mg/L).

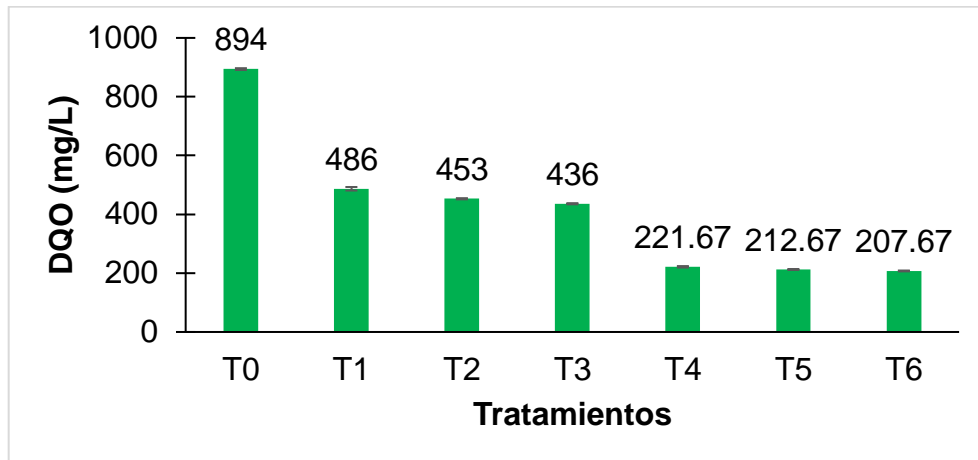


Figura 15. Demanda química de oxígeno (DQO) de la muestra inicial y final del agua de la acequia tres ruedas.

Donde: T1(3 plantas), T2(5 plantas) y T3(7 plantas) = 7 días de tratamiento.

T4(3 plantas), T5(5 plantas) y T6(7 plantas) = 21 días de tratamiento.

Los resultados muestran que la demanda química de oxígeno (DQO) mostraron ser diferente entre T0 (agua sin tratamiento) con los tratamientos de T1 hasta T6, en el cual muestran una reducción de la concentración de DQO respecto a su estado inicial (T0, agua sin tratamiento). Sin embargo, los que redujeron mejor el DQO fueron T4 (221.67 mg/L), T5 (212.67 mg/L) y T6 (207.67 mg/L), las cuales las diferencias estadísticas muestran que han sido mejor estos tratamientos.

En la Tabla 6, se muestra la remoción del plomo de la acequia tres ruedas ubicado en Puente Piedra mediante la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.

Tabla 6. Remoción de plomo de las aguas de la acequia tres ruedas.

Tratamiento	Días	Número de plantas	Plomo en agua (mg/L)
T0	0	a	31.65
T1	7	b	1.02

T2	7	b	5	B	1.31
T3	7	b	7	B	1.18
T4	21	b	3	B	1.70
T5	21	b	5	B	0.75
T6	21	b	7	B	0.13

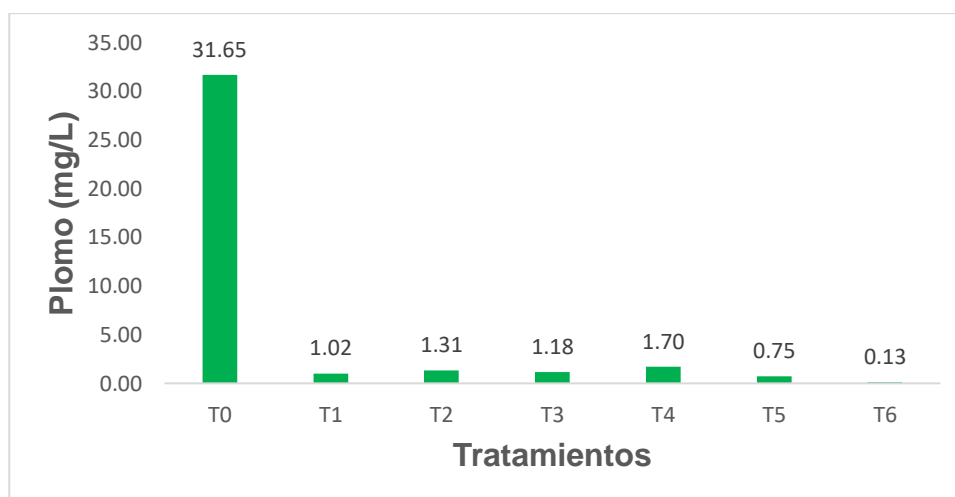


Figura 16. Remoción del plomo del agua de la acequia tres ruedas.

Los resultados indican que, después de someter el agua de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra a tratamiento, se observa una remoción del plomo. Inicialmente, la concentración de plomo era de 31.65 mg/L en el primer tratamiento con 3 plantas. Sin embargo, al llegar al T6, se logró la mayor fitoextracción de plomo, obteniendo excelentes resultados con una concentración de 0.13 mg/L utilizando 7 plantas durante 21 días de tratamiento.

En la Tabla 7, se muestra la concentración de plomo en las distintas partes de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L: raíz, tallo y hoja.

Tabla 7. Plomo en partes de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.

Tratamiento	Días	Parte de la planta	Plomo en parte de planta (mg/kg)
T6	21	Raíz	1139.25
T6	21	Tallo	190.32
T6	21	Hoja	144.05

Los resultados muestran que las raíces de la planta fueron las que contenía más plomo 1139.25 mg/Kg en comparación con el tallo (190.32 mg/Kg) y hoja

(144.05 mg/Kg). Asimismo, entre tallo y hoja hubo una diferencia mínima dándonos como resultado que la planta usa el mecanismo de fitoextracción acumulando el plomo en todas las partes de su cuerpo.

Siguiendo con el **tercer objetivo específico** de la investigación fue necesario la implementación de humedales artificiales para la fitorremediación utilizando Eclipta prostrata (L.) L para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas en el cual se presenta los siguientes resultados:

En la Tabla 8, se presenta la implementación de los humedales artificiales, incluyendo sus dimensiones, el material de elaboración, la cantidad de agua requerida, el número de plantas, la temperatura y la duración del tratamiento.

Tabla 8. Implementación de humedales artificiales.

IMPLEMENTACIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES								
Número de humedales artificiales	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Material	Cantidad de agua	Número de plantas	Temperatura	Tiempo de tratamiento
Humedal artificial N° 1	40	15	30	Vidrio	4 L	3	23 °C	7 días
Humedal artificial N° 2	40	15	30	Vidrio	4 L	5	23 °C	7 días
Humedal artificial N° 3	40	15	30	Vidrio	4 L	7	23 °C	7 días
Humedal artificial N° 4	40	15	30	Vidrio	4 L	3	23 °C	21 días
Humedal artificial N° 5	40	15	30	Vidrio	4 L	5	23 °C	21 días
Humedal artificial N° 6	40	15	30	Vidrio	4 L	7	23 °C	21 días

El sistema de humedal artificial consistió en estructuras de vidrio diseñadas para simular el entorno natural donde habita la planta. Se consideraron las dimensiones de los humedales: 40 cm de largo, 30 cm de alto y 15 cm de ancho. Además, se calculó la cantidad de agua necesaria para mantener cada humedal: 4 litros en cada uno. El objetivo era mantener el agua durante los 21 días de tratamiento. Estos humedales se ubicaron en un espacio con una temperatura ambiente de 23 °C, desde el 18 de abril hasta el 29 de abril de 2024. A continuación, se evaluó la exposición a la luz solar, que se reguló desde las 3:00 pm hasta las 4:30

pm, para evitar el estrés en las plantas, se colocaron mallas raschel que redujeron la entrada de luz solar en un 95 % pasado las horas establecidas y, además, se implementaron mallas de pescar con un orificio de 1 cm en la parte superior de cada estructura. Esto permitió que solo las raíces de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L permanecieron sumergidas en el agua. Durante los primeros 7 días de tratamiento, se colocaron 3 plantas en el primer humedal, 5 plantas en el segundo y 7 plantas en el tercero. Para los siguientes 21 días, se mantuvo la misma distribución de plantas en los humedales, la implementación y las dimensiones adecuadas de los humedales artificiales para tratar contaminantes en el agua de la acequia.

Luego de obtener los resultados, continuamos con el **cuarto objetivo específico**, que consiste en evaluar las condiciones de operación óptimas para la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

En la Tabla 9, se muestran las condiciones de operación óptima de la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata* (L.).

Tabla 9. Condiciones de operación óptimas.

Numero de humedal	Días de tratamiento	Cantidad de plantas	Temperatura (°C)	Cantidad de agua (L)	Dimensión del humedal (cm)	% remoción del plomo
T6	21	7	23°	4	40 x 30 x 15	99.58

En relación con las condiciones de operación óptimas, los resultados indican que todos los tratamientos (T1 hasta T6) logran remover una gran cantidad de plomo, como se detalla en la Tabla 5 y la Tabla 6. Por lo tanto, la condición óptima se refiere al tratamiento con mayor duración y número de plantas (21 días y 7 plantas), a una temperatura de 23 grados, utilizando 4 litros de agua y con dimensiones del humedal de 40x30x15. Esta condición logra la mejor remoción del plomo con un 99.58 %.

Siguiendo con el **quinto objetivo específico**, cuyo propósito es evaluar la eficiencia de remoción del plomo en las aguas de la acequia Tres Ruedas, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Tabla 10, se muestra el porcentaje de eficiencia de remoción del plomo después del tratamiento en 7 días y 21 días, con 3, 5 y 7 plantas.

Tabla 10. Eficiencia de remoción del plomo.

Tratamiento	Días	Plantas	Porcentaje de remoción de plomo		Remoción (%)
			Plomo (mg/L)		
			Valor inicial	Valor final	
T1	7	3	31.6530	1.0240	96.76%
T2	7	5	31.6530	1.3090	95.86%
T3	7	7	31.6530	1.1780	96.28%
T4	21	3	31.6530	1.6950	94.65%
T5	21	5	31.6530	0.7470	97.64%
T6	21	7	31.6530	0.1330	99.58%



Figura 17. Porcentaje de eficiencia de remoción del plomo en las aguas de la acequia.

Se observó la mayor eficiencia en el tratamiento T6, con 99.58 % de remoción. Sin embargo, se puede observar que los tratamientos de T1 hasta T5 también tienen un alto porcentaje de efectividad de remoción de plomo del agua de la acequia tres ruedas en Puente Piedra. En tal sentido el mejor porcentaje tiene el tratamiento T5 con 5 plantas y 21 días de tratamiento y T6 con 7 plantas y 21 días de tratamiento.

En tal sentido fue necesario procesar los datos en un aplicativo de **análisis estadístico** el cual se realizó con el software SPSS V. 22. Con un nivel de significancia de 5 % ($p < 0.05$ %).

Para analizar la hipótesis 1 que es evaluar las características físicas de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L, se realizaron dos pruebas: la prueba de normalidad y la prueba t de Student para muestras relacionadas, también conocido como t pareada. Esto se debió a que los datos de los tamaños de las plantas no tenían una base uniforme al inicio; es decir, no todos comenzaron con el mismo tamaño. Por lo tanto, fue óptimo utilizar la prueba t de Student para analizar cada tratamiento por separado y obtener resultados más precisos y realizar la comparación en relación con la longitud de la raíz, el tallo y la hoja. Esto se aplicó tanto antes como después de cada tratamiento (T1 hasta T6), con el objetivo de observar y analizar el comportamiento de los datos.

Para la prueba de normalidad se tuvo dos hipótesis el H_0 y H_1 el cual nos mencionara si los datos tienen una distribución normal o no.

H_0 : La distribución de los datos sigue una distribución normal

H_1 : La distribución de los datos no sigue una distribución normal

$P_value > 0.05$

Aceptamos H_0 : Los tratamientos siguen una distribución normal

$P_value < 0.05$

Aceptamos H_1 : Los tratamientos no siguen una distribución normal

Tabla 11. prueba de normalidad de la longitud de la raíz, longitud del tallo y número de hojas de la planta.

Parámetro	Shapiro – wilk			
	Datos	Estadístico	gl	Sig.
Longitud	T1_ANTES	0.987	3	0.78
	T1_DESPUES	0.923	3	0.463
	T2_ANTES	0.951	5	0.742
	T2_DESPUES	0.876	5	0.292
	T3_ANTES	0.963	7	0.847

de la raíz de la planta Eclipta prostrata	T3_DESPUES	0.949	7	0.722
	T4_ANTES	0.923	3	0.463
	T4_DESPUES	0.812	3	0.144
	T5_ANTES	0.964	5	0.832
	T5_DESPUES	0.9	5	0.41
	T6_ANTES	0.967	7	0.876
	T6_DESPUES	0.895	7	0.3
	T1_ANTES	0.999	3	0.952
T1_DESPUES	0.999	3	0.948	
Longitud del tallo de la planta Eclipta prostrata	T2_ANTES	0.94	5	0.667
	T2_DESPUES	0.962	5	0.823
	T3_ANTES	0.973	7	0.919
	T3_DESPUES	0.972	7	0.915
	T4_ANTES	0.878	3	0.317
	T4_DESPUES	0.794	3	0.1
	T5_ANTES	0.934	5	0.627
	T5_DESPUES	0.896	5	0.39
	T6_ANTES	0.885	7	0.249
	T6_DESPUES	0.838	7	0.094
Número de hojas de la planta Eclipta prostrata	T1_ANTES	0.964	3	0.637
	T1_DESPUES	1,000	3	1,000
	T2_ANTES	0.963	5	0.826
	T2_DESPUES	0.979	5	0.928
	T3_ANTES	0.93	7	0.549
	T3_DESPUES	0.955	7	0.772
	T4_ANTES	0.964	3	0.637
	T4_DESPUES	1,000	3	1,000
	T5_ANTES	0.961	5	0.814
	T5_DESPUES	0.881	5	0.314
T6_ANTES	0.967	7	0.873	
T6_DESPUES	0.888	7	0.263	

En la Tabla 11, se presenta la prueba de normalidad para la longitud de la raíz, longitud del tallo y el número de hojas de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L. Se considera la significancia de la prueba de Shapiro-Wilk, ya que en este estudio se trabajó con menos de 50 datos y se obtuvo un valor de $p > 0.05$. Dado que los datos mostrados en la tabla superan este umbral, se concluye que presentan un comportamiento normal. Por lo tanto, se cumple con un contraste paramétrico.

Tabla 12. Prueba t de student para muestras relacionadas (antes y después) en longitud de raíz, tallo y el número de hojas

Parámetro	Prueba de muestras emparejadas			
	Datos	Media	gl	Sig.
Longitud de la raíz de la planta Eclipta prostrata	T1_ANTES_DESPUES	-.03333	2	.423
	T2_ANTES_DESPUES	-.06000	4	.070
	T3_ANTES_DESPUES	-.14286	6	.003
	T4_ANTES_DESPUES	-1.30000	2	.056
	T5_ANTES_DESPUES	-1.14000	4	.000
	T6_ANTES_DESPUES	-1.54286	6	.000
Longitud de la raíz de la planta Eclipta prostrata	T1_ANTES_DESPUES	-.10000	2	.225
	T2_ANTES_DESPUES	-.14000	4	.025
	T3_ANTES_DESPUES	-.15714	6	.002
	T4_ANTES_DESPUES	-2.46667	2	.002
	T5_ANTES_DESPUES	-4.40000	4	.000
	T6_ANTES_DESPUES	-4.70000	6	.000
Número de hojas de la planta Eclipta prostrata	T1_ANTES_DESPUES	.33333	2	.423
	T2_ANTES_DESPUES	-.20000	4	.374
	T3_ANTES_DESPUES	-.14286	6	.356
	T4_ANTES_DESPUES	3.33333	2	.063
	T5_ANTES_DESPUES	1.20000	4	.070
	T6_ANTES_DESPUES	1.71429	6	.045

En la Tabla 12, se muestra el crecimiento de la raíz de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento. con un nivel de significancia de 5 % ($p < 0.05$), los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a crecimiento de raíz de *Eclipta prostrata* (L.) L fueron en los tratamientos T3, T5 Y T6.

Se muestra la longitud del tallo de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento. Con un nivel de significancia de 5 % ($p < 0.05$), los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a crecimiento del tallo de *Eclipta prostrata* (L.) L fueron en los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6.

Se muestra el número de hoja de *Eclipta prostrata* (L.) L, antes y después del tratamiento. Con un nivel de significancia de 5 % ($p < 0.05$), los tratamientos que mostraron diferencias significativas entre antes y después en cuanto a número de hoja *Eclipta prostrata* (L.) L solo fue en el tratamiento T6.

En tal sentido se procedió a realizar los análisis estadísticos de los parámetros fisicoquímicos del agua, se realizó la prueba de normalidad a los datos de parámetros fisicoquímicos, a todos los tratamientos (T0 hasta T6) para todos los parámetros (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno).

Para la prueba de normalidad se tuvo dos hipótesis el H_0 y H_1 el cual nos mencionara si los datos tienen una distribución normal.

H_0 : La distribución de los datos sigue una distribución normal

H_1 : La distribución de los datos no sigue una distribución normal

$P_value > 0.05$

Aceptamos H_0 : Los tratamientos siguen una distribución normal

$P_value < 0.05$

Aceptamos H_1 : Los tratamientos no siguen una distribución normal

Tabla 13. prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos del agua.

TRATAMIENTO		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
pH	T0	1.000	3	1.000
	T1	1.000	3	1.000
	T2	1.000	3	1.000
	T4	.923	3	.463
	T5	.893	3	.363
	T6	.964	3	.637
T	T0	1.000	3	1.000
	T1	1.000	3	1.000
	T2	1.000	3	1.000
	T3	1.000	3	1.000
CE	T0	1.000	3	1.000
	T4	.964	3	.637
	T5	.837	3	.206
	T6	.980	3	.726

OD	T0	1.000	3	1.000
	T1	.987	3	.780
	T2	1.000	3	1.000
	T3	1.000	3	1.000
	T4	.987	3	.780
	T5	.862	3	.274
TURBIDEZ	T1	.993	3	.843
	T2	1.000	3	1.000
	T3	1.000	3	1.000
	T4	1.000	3	1.000
	T5	1.000	3	1.000
	T6	1.000	3	1.000
DBO	T0	1.000	3	1.000
	T1	.993	3	.843
	T2	1.000	3	1.000
	T3	.964	3	.637
	T4	.964	3	.637
	T5	1.000	3	1.000
DQO	T0	1.000	3	1.000
	T1	.923	3	.463
	T2	1.000	3	1.000
	T3	1.000	3	1.000
	T4	.987	3	.780
	T5	.964	3	.637
	T6	.964	3	.637

En la Tabla 13, se presenta la prueba de normalidad para los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas. Se considera la significancia de la prueba de Shapiro-Wilk, ya que en este estudio se trabajó con menos de 50 datos y se obtuvo un valor de $p > 0.05$. Dado que los datos mostrados en la tabla superan este umbral, se concluye que presentan un comportamiento normal. Por lo tanto, se cumple con un contraste paramétrico.

Tabla 14. Prueba Anova para muestras (antes y después) de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas.

Parámetros fisicoquímicos		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	1.177	6	.196	698.497	.000
	Dentro de grupos	.004	14	.000		
	Total	1.181	20			

T	Entre grupos	25.380	6	4.230	740.250	.000
	Dentro de grupos	.080	14	.006		
	Total	25.460	20			
TURBIDEZ	Entre grupos	17.340.217	6	2.890.036	11.671.299.981	.000
	Dentro de grupos	.003	14	.000		
	Total	17.340.221	20			
DBO	Entre grupos	768.534.952	6	128.089.159	42.696.386	.000
	Dentro de grupos	42.000	14	3.000		
	Total	768.576.952	20			
DQO	Entre grupos	1.072.996.571	6	178.832.762	18.684.020	.000
	Dentro de grupos	134.000	14	9.571		
	Total	1.073.130.571	20			
CE	Entre grupos	722.652.571	6	120.442.095	7.734.813	.000
	Dentro de grupos	218.000	14	15.571		
	Total	722.870.571	20			
OD	Entre grupos	111.202	6	18.534	1.045.690	.000
	Dentro de grupos	.248	14	.018		
	Total	111.450	20			

En la Tabla 14, se muestra que el p-valor es inferior que 0.05, esto quiere decir que existe diferencia significativa en todos los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas.

Tabla 15. Prueba POS HOC DE TUKEY para muestras (antes y después) de los parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia tres ruedas.

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
pH	T0	T1	.42000*	.01369	.000	.3733	.4667
		T2	.45000*	.01369	.000	.4033	.4967
		T3	.52000*	.01369	.000	.4733	.5667
		T4	.64333*	.01369	.000	.5966	.6901
		T5	.69000*	.01369	.000	.6433	.7367
		T6	.77667*	.01369	.000	.7299	.8234
	T1	T0	-.42000*	.01369	.000	-.4667	-.3733
		T2	.03000	.01369	.357	-.0167	.0767
		T3	.10000*	.01369	.000	.0533	.1467
		T4	.22333*	.01369	.000	.1766	.2701
		T5	.27000*	.01369	.000	.2233	.3167
		T6	.35667*	.01369	.000	.3099	.4034
	T2	T0	-.45000*	.01369	.000	-.4967	-.4033
		T1	-.03000	.01369	.357	-.0767	.0167
		T3	.07000*	.01369	.002	.0233	.1167
		T4	.19333*	.01369	.000	.1466	.2401
		T5	.24000*	.01369	.000	.1933	.2867
		T6	.32667*	.01369	.000	.2799	.3734
	T3	T0	-.52000*	.01369	.000	-.5667	-.4733
		T1	-.10000*	.01369	.000	-.1467	-.0533
		T2	-.07000*	.01369	.002	-.1167	-.0233
		T4	.12333*	.01369	.000	.0766	.1701
		T5	.17000*	.01369	.000	.1233	.2167
		T6	.25667*	.01369	.000	.2099	.3034
	T4	T0	-.64333*	.01369	.000	-.6901	-.5966
		T1	-.22333*	.01369	.000	-.2701	-.1766
		T2	-.19333*	.01369	.000	-.2401	-.1466
		T3	-.12333*	.01369	.000	-.1701	-.0766
		T5	.04667	.01369	.050	-.0001	.0934
		T6	.13333*	.01369	.000	.0866	.1801
	T5	T0	-.69000*	.01369	.000	-.7367	-.6433
		T1	-.27000*	.01369	.000	-.3167	-.2233
		T2	-.24000*	.01369	.000	-.2867	-.1933
		T3	-.17000*	.01369	.000	-.2167	-.1233
		T4	-.04667	.01369	.050	-.0934	.0001
		T6	.08667*	.01369	.000	.0399	.1334
	T6	T0	-.77667*	.01369	.000	-.8234	-.7299
		T1	-.35667*	.01369	.000	-.4034	-.3099
		T2	-.32667*	.01369	.000	-.3734	-.2799

		T3	-0.25667*	.01369	.000	-.3034	-.2099
		T4	-.13333*	.01369	.000	-.1801	-.0866
		T5	-.08667*	.01369	.000	-.1334	-.0399
T	T0	T1	.20000	.06172	.068	-.0108	.4108
		T2	.20000	.06172	.068	-.0108	.4108
		T3	.20000	.06172	.068	-.0108	.4108
		T4	2.40000*	.06172	.000	21.892	26.108
		T5	2.40000*	.06172	.000	21.892	26.108
		T6	2.30000*	.06172	.000	20.892	25.108
	T1	T0	-.20000	.06172	.068	-.4108	.0108
		T2	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T3	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T4	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T5	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T6	2.10000*	.06172	.000	18.892	23.108
	T2	T0	-.20000	.06172	.068	-.4108	.0108
		T1	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T3	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T4	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T5	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T6	2.10000*	.06172	.000	18.892	23.108
	T3	T0	-.20000	.06172	.068	-.4108	.0108
		T1	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T2	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T4	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T5	2.20000*	.06172	.000	19.892	24.108
		T6	2.10000*	.06172	.000	18.892	23.108
	T4	T0	-2.40000*	.06172	.000	-26.108	-21.892
		T1	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T2	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T3	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T5	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T6	-.10000	.06172	.673	-.3108	.1108
	T5	T0	-2.40000*	.06172	.000	-26.108	-21.892
		T1	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T2	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T3	-2.20000*	.06172	.000	-24.108	-19.892
		T4	.00000	.06172	1.000	-.2108	.2108
		T6	-.10000	.06172	.673	-.3108	.1108
	T6	T0	-2.30000*	.06172	.000	-25.108	-20.892
		T1	-2.10000*	.06172	.000	-23.108	-18.892
		T2	-2.10000*	.06172	.000	-23.108	-18.892
		T3	-2.10000*	.06172	.000	-23.108	-18.892
		T4	.10000	.06172	.673	-.1108	.3108
		T5	.10000	.06172	.673	-.1108	.3108
TURBIDEZ	T0	T1	80.35333*	.01285	.000	803.095	803.972

	T2	81.98000*	.01285	.000	819.361	820.239
	T3	82.27000*	.01285	.000	822.261	823.139
	T4	81.98000*	.01285	.000	819.361	820.239
	T5	82.60000*	.01285	.000	825.561	826.439
	T6	83.32000*	.01285	.000	832.761	833.639
T1	T0	-80.35333*	.01285	.000	-803.972	-803.095
	T2	1.62667*	.01285	.000	15.828	16.705
	T3	1.91667*	.01285	.000	18.728	19.605
	T4	1.62667*	.01285	.000	15.828	16.705
	T5	2.24667*	.01285	.000	22.028	22.905
	T6	2.96667*	.01285	.000	29.228	30.105
T2	T0	-81.98000*	.01285	.000	-820.239	-819.361
	T1	-1.62667*	.01285	.000	-16.705	-15.828
	T3	.29000*	.01285	.000	.2461	.3339
	T4	.00000	.01285	1.000	-.0439	.0439
	T5	.62000*	.01285	.000	.5761	.6639
	T6	1.34000*	.01285	.000	12.961	13.839
T3	T0	-82.27000*	.01285	.000	-823.139	-822.261
	T1	-1.91667*	.01285	.000	-19.605	-18.728
	T2	-.29000*	.01285	.000	-.3339	-.2461
	T4	-.29000*	.01285	.000	-.3339	-.2461
	T5	.33000*	.01285	.000	.2861	.3739
	T6	1.05000*	.01285	.000	10.061	10.939
T4	T0	-81.98000*	.01285	.000	-820.239	-819.361
	T1	-1.62667*	.01285	.000	-16.705	-15.828
	T2	.00000	.01285	1.000	-.0439	.0439
	T3	.29000*	.01285	.000	.2461	.3339
	T5	.62000*	.01285	.000	.5761	.6639
	T6	1.34000*	.01285	.000	12.961	13.839
T5	T0	-82.60000*	.01285	.000	-826.439	-825.561
	T1	-2.24667*	.01285	.000	-22.905	-22.028
	T2	-.62000*	.01285	.000	-.6639	-.5761
	T3	-.33000*	.01285	.000	-.3739	-.2861
	T4	-.62000*	.01285	.000	-.6639	-.5761
	T6	.72000*	.01285	.000	.6761	.7639
T6	T0	-83.32000*	.01285	.000	-833.639	-832.761
	T1	-2.96667*	.01285	.000	-30.105	-29.228
	T2	-1.34000*	.01285	.000	-13.839	-12.961
	T3	-1.05000*	.01285	.000	-10.939	-10.061
	T4	-1.34000*	.01285	.000	-13.839	-12.961
	T5	-.72000*	.01285	.000	-.7639	-.6761
DBO	T0					
	T1	313.33333*	141.421	.000	3.085.044	3.181.623
	T2	321.00000*	141.421	.000	3.161.710	3.258.290
	T3	327.66667*	141.421	.000	3.228.377	3.324.956
	T4	558.66667*	141.421	.000	5.538.377	5.634.956
	T5	564.00000*	141.421	.000	5.591.710	5.688.290

		T6	568.00000*	141.421	.000	5.631.710	5.728.290
	T1	T0	-313.33333*	141.421	.000	-3.181.623	-3.085.044
		T2	7.66667*	141.421	.001	28.377	124.956
		T3	14.33333*	141.421	.000	95.044	191.623
		T4	245.33333*	141.421	.000	2.405.044	2.501.623
		T5	250.66667*	141.421	.000	2.458.377	2.554.956
		T6	254.66667*	141.421	.000	2.498.377	2.594.956
	T2	T0	-321.00000*	141.421	.000	-3.258.290	-3.161.710
		T1	-7.66667*	141.421	.001	-124.956	-28.377
		T3	6.66667*	141.421	.005	18.377	114.956
		T4	237.66667*	141.421	.000	2.328.377	2.424.956
		T5	243.00000*	141.421	.000	2.381.710	2.478.290
		T6	247.00000*	141.421	.000	2.421.710	2.518.290
	T3	T0	-327.66667*	141.421	.000	-3.324.956	-3.228.377
		T1	-14.33333*	141.421	.000	-191.623	-95.044
		T2	-6.66667*	141.421	.005	-114.956	-18.377
		T4	231.00000*	141.421	.000	2.261.710	2.358.290
		T5	236.33333*	141.421	.000	2.315.044	2.411.623
		T6	240.33333*	141.421	.000	2.355.044	2.451.623
	T4	T0	-558.66667*	141.421	.000	-5.634.956	-5.538.377
		T1	-245.33333*	141.421	.000	-2.501.623	-2.405.044
		T2	-237.66667*	141.421	.000	-2.424.956	-2.328.377
		T3	-231.00000*	141.421	.000	-2.358.290	-2.261.710
		T5	5.33333*	141.421	.026	.5044	101.623
		T6	9.33333*	141.421	.000	45.044	141.623
	T5	T0	-564.00000*	141.421	.000	-5.688.290	-5.591.710
		T1	-250.66667*	141.421	.000	-2.554.956	-2.458.377
		T2	-243.00000*	141.421	.000	-2.478.290	-2.381.710
		T3	-236.33333*	141.421	.000	-2.411.623	-2.315.044
		T4	-5.33333*	141.421	.026	-101.623	-.5044
		T6	400.000	141.421	.137	-.8290	88.290
	T6	T0	-568.00000*	141.421	.000	-5.728.290	-5.631.710
		T1	-254.66667*	141.421	.000	-2.594.956	-2.498.377
		T2	-247.00000*	141.421	.000	-2.518.290	-2.421.710
		T3	-240.33333*	141.421	.000	-2.451.623	-2.355.044
		T4	-9.33333*	141.421	.000	-141.623	-45.044
		T5	-400.000	141.421	.137	-88.290	.8290
DQO	T0	T1	408.00000*	252.605	.000	3.993.746	4.166.254
		T2	441.00000*	252.605	.000	4.323.746	4.496.254
		T3	458.00000*	252.605	.000	4.493.746	4.666.254
		T4	672.33333*	252.605	.000	6.637.079	6.809.588
		T5	681.33333*	252.605	.000	6.727.079	6.899.588
		T6	686.33333*	252.605	.000	6.777.079	6.949.588
	T1	T0	-408.00000*	252.605	.000	-4.166.254	-3.993.746
		T2	33.00000*	252.605	.000	243.746	416.254
		T3	50.00000*	252.605	.000	413.746	586.254

	T4	264.33333*	252.605	.000	2.557.079	2.729.588
	T5	273.33333*	252.605	.000	2.647.079	2.819.588
	T6	278.33333*	252.605	.000	2.697.079	2.869.588
T2	T0	-441.00000*	252.605	.000	-4.496.254	-4.323.746
	T1	-33.00000*	252.605	.000	-416.254	-243.746
	T3	17.00000*	252.605	.000	83.746	256.254
	T4	231.33333*	252.605	.000	2.227.079	2.399.588
	T5	240.33333*	252.605	.000	2.317.079	2.489.588
	T6	245.33333*	252.605	.000	2.367.079	2.539.588
T3	T0	-458.00000*	252.605	.000	-4.666.254	-4.493.746
	T1	-50.00000*	252.605	.000	-586.254	-413.746
	T2	-17.00000*	252.605	.000	-256.254	-83.746
	T4	214.33333*	252.605	.000	2.057.079	2.229.588
	T5	223.33333*	252.605	.000	2.147.079	2.319.588
	T6	228.33333*	252.605	.000	2.197.079	2.369.588
T4	T0	-672.33333*	252.605	.000	-6.809.588	-6.637.079
	T1	-264.33333*	252.605	.000	-2.729.588	-2.557.079
	T2	-231.33333*	252.605	.000	-2.399.588	-2.227.079
	T3	-214.33333*	252.605	.000	-2.229.588	-2.057.079
	T5	9.00000*	252.605	.038	.3746	176.254
	T6	14.00000*	252.605	.001	53.746	226.254
T5	T0	-681.33333*	252.605	.000	-6.899.588	-6.727.079
	T1	-273.33333*	252.605	.000	-2.819.588	-2.647.079
	T2	-240.33333*	252.605	.000	-2.489.588	-2.317.079
	T3	-223.33333*	252.605	.000	-2.319.588	-2.147.079
	T4	-9.00000*	252.605	.038	-176.254	-.3746
	T6	500.000	252.605	.467	-36.254	136.254
T6	T0	-686.33333*	252.605	.000	-6.949.588	-6.777.079
	T1	-278.33333*	252.605	.000	-2.869.588	-2.697.079
	T2	-245.33333*	252.605	.000	-2.539.588	-2.367.079
	T3	-228.33333*	252.605	.000	-2.369.588	-2.197.079
	T4	-14.00000*	252.605	.001	-226.254	-53.746
	T5	-500.000	252.605	.467	-136.254	36.254

En la Tabla 15, se muestra que después del tratamiento (T1 a T6) resultaron que hubo diferencias significativas del pH de T0 con los demás tratamientos (T1 a T6), sin embargo, mientras va de T1 hasta T6 el valor de pH tiende a ser menor, siendo T6 el de menor valor y el tratamiento que mejor redujo el pH.

Posterior al tratamiento, para el parámetro temperatura en comparación de la temperatura del agua de la acequia tres ruedas en Puente Piedra (sin tratamiento, T0) mostró cambios en los demás tratamientos (T1 a T6), siendo el de menor temperatura en T6.

Respecto a conductividad eléctrica, mostraron diferencias significativas entre T0 (agua sin tratamiento) con los demás tratamientos (T1 a T6), en el cual muestra reducción de la conductividad eléctrica en los tratamientos de T1 a T6. Sin embargo, T1 a T5 no muestran ser estadísticamente diferentes (comparten una letra en común) entre ellos, pero T6 sí logra ser estadísticamente diferente que los tratamientos de T1 a T5 ($p < 0.05$). Por lo tanto, T6 es el que mejor logra reducir la conductividad eléctrica hasta llegar a un valor de 699.67 $\mu\text{S/cm}$, partiendo de T0 (agua sin tratar) con valor de 1354 $\mu\text{S/cm}$.

En cuanto a oxígeno disuelto (O.D.) hubo diferencia significativa entre T0 (agua sin tratamiento) con tratamientos de T1 a T6 ($p < 0.05$), en las cuales muestran que aumentaron el O.D. Sin embargo, entre los tratamientos T1 hasta T6 no mostraron diferencias significativas entre ellas (comparten una letra en común).

Con respecto a la turbidez hubo diferencia significativa entre T0 que tuvo valor de 84.1 NTU con los demás tratamientos (T1 a T6), en el cual muestra una reducción considerable del parámetro turbidez, siendo el T6 el tratamiento que se redujo más hasta 0.78 NTU.

Los resultados muestran que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) mostraron ser estadísticamente diferente ($p < 0.05$) entre T0 (agua sin tratamiento) con los tratamientos de T1 hasta T6, en el cual muestran una reducción de la concentración de DBO respecto a su estado inicial (T0, agua sin tratamiento). Sin embargo, los que redujeron mejor el DBO fueron T4 (172.33 mg/L), T5 (167 mg/L) y T6 (163 mg/L), las cuales las diferencias estadísticas muestran que han sido mejor estos tratamientos, siendo el mejor T6.

Los resultados muestran que la demanda química de oxígeno (DQO) mostraron ser estadísticamente diferente ($p < 0.05$) entre T0 (agua sin tratamiento) con los tratamientos de T1 hasta T6, en el cual muestran una reducción de la concentración de DQO respecto a su estado inicial (T0, agua sin tratamiento). Sin embargo, los que redujeron mejor el DQO fueron T4 (221.67 mg/L), T5 (212.67 mg/L) y T6 (207.67 mg/L), las cuales las diferencias estadísticas muestran que han sido

mejor estos tratamientos.

Se realizó mediante el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en donde se determinó la diferencia de concentración de **plomo en el agua**, al cual se aplicó un ANOVA de un DCBA y la prueba Pos Hoc de Tukey para ver si mostraron las diferencias estadísticas.

Tabla 16. Prueba de normalidad de la concentración del **plomo en agua**.

PLANTAS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PLOMO	3 PLANTAS	.766	3	.051
	5 PLANTAS	.764	3	.054
	7 PLANTAS	.775	3	.056
DÍAS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PLOMO	7 DIAS	.998	3	.911
	21 DÍAS	.985	3	.765

En la Tabla 16, se presenta la prueba de normalidad para la concentración del plomo (Pb) del agua de la acequia tres ruedas, respecto a las 2 variables que son la cantidad de plantas y los días de tratamiento. Se considera la significancia de la prueba de Shapiro-Wilk, ya que en este estudio se trabajó con menos de 50 datos y se obtuvo un valor de $p > 0.05$. Dado que los datos mostrados en la tabla superan este umbral, se concluye que presentan un comportamiento normal. Por lo tanto, se cumple con un contraste paramétrico.

Tabla 17. Prueba Anova para la concentración del plomo en agua.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1877,933 ^a	4	469.483	1.980,041	.000

Interceptación	1.134,455	1	1.134,455	4.784,553	.000
PLANTAS	,331	2	.165	.698	.550
DÍAS	1.877,602	2	938.801	3.959,385	.000
Error	,948	4	.237		
Total	3.013,336	9			
Total, corregido	1.878,881	8			

En la Tabla 17, se muestra que el p-valor es inferior que 0.05 respecto a los días, pero respecto a la cantidad de planta existe una igualdad media a la concentración de plomo, esto quiere decir que existe diferencia significativa en el plomo respecto al tiempo, en donde a mayor tiempo, mayor absorción, a diferencia de la cantidad de plantas en donde no se observó mucha variación.

Tabla 18. Prueba Pos Hoc de Tukey para la concentración de Pb en diferentes días y diferentes números de plantas en el tratamiento del agua de acequia.

(I) DÍAS	(J) DÍAS	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 DIAS	7 DIAS	30.48267*	.397583	.000	2.906.569	3.189.965
	21 DÍAS	30.79467*	.397583	.000	2.937.769	3.221.165
7 DIAS	0 DIAS	-30.48267*	.397583	.000	-3.189.965	-2.906.569
	21 DÍAS	.31200	.397583	.731	-110.498	172.898
21 DÍAS	0 DIAS	-30.79467*	.397583	.000	-3.221.165	-2.937.769
	7 DIAS	-.31200	.397583	.731	-172.898	110.498
3 PLANTAS	5 PLANTAS	.22100	.397583	.849	-119.598	163.798
	7 PLANTAS	.46933	.397583	.523	-.94765	188.631
5 PLANTAS	3 PLANTAS	-.22100	.397583	.849	-163.798	119.598
	7 PLANTAS	.24833	.397583	.815	-116.865	166.531
7 PLANTAS	3 PLANTAS	-.46933	.397583	.523	-188.631	.94765
	5 PLANTAS	-.24833	.397583	.815	-166.531	116.865

En la Tabla 18, los resultados muestran que la concentración de plomo en agua de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra después de sometido a

tratamiento. En todos los tratamientos no mostró diferencias significativas cuando fueron sometidos a 3, 5 y 7 plantas; asimismo cuando fueron sometidos a 7 y 21 días no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, mostraron ser diferentes todos los tratamientos respecto al T0 que es el agua de la acequia sin tratamiento ($p < 0.05$).

IV. DISCUSIÓN

El **objetivo general** del presente estudio es fitorremediar utilizando *Eclipta prostrata* (L.) L para la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024. Los resultados obtenidos indican que esta planta es altamente eficiente en la remoción de plomo, sin experimentar estrés al entrar en contacto con los contaminantes. Además, se observaron impactos positivos en los parámetros fisicoquímicos del agua, incluyendo el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto, la turbidez, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

En relación con los antecedentes se realizó una comparación de los resultados con los autores Corcho et al. (2023) y Mendarte et al. (2021) quienes mencionan que la fitorremediación es una técnica amigable para el ambiente y muy eficiente a la hora de reducir metales pesados y parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales. En tal sentido, la remoción de plomo en nuestro trabajo de investigación revela que la eficiencia fue mayor mostrando una eficiencia de 99.58% en la remoción de plomo en los 21 días de tratamiento. en comparación a los valores de Corcho et al. (2023) el cual obtuvo un 80% en 2 meses de tratamiento.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una relación con los hallazgos de Pedraza (2021) y Moreno et al. (2022). Estos autores destacan que la fitorremediación es una técnica altamente efectiva para tratar metales pesados, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y el oxígeno disuelto, debido a su capacidad acumuladora de las plantas. En este sentido, nuestro estudio demostró una mayor eficiencia en la remoción de plomo, así como en la reducción de DBO y DQO, en comparación con los resultados presentados por los autores mencionados.

Siguiendo con el **objetivo específico 1**, se registraron cambios en las características físicas de la planta a lo largo del tiempo. Específicamente, se notó una alteración en la coloración de la planta en los 21 días del tratamiento, con algunas plantas cambiando de un verde oscuro a un tono marrón. Este cambio en la coloración puede atribuirse a la acumulación y procesamiento de metales pesados, así como a los daños en la clorofila durante el tratamiento con agua contaminada.

Este fenómeno se alinea con el estudio de Khan et al. (2022), donde se documenta una remediación de la carga orgánica y de los metales pesados, coincidiendo con esta investigación.

En relación con el crecimiento de la raíz de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L, se evidenció un incremento significativo en los 21 días de tratamiento, pasando de 3.86 cm a 5.40 cm en el T6. En cuanto al tallo, también se observó un crecimiento notable en el T6, con un tamaño inicial de 19.89 cm que aumentó a 24.59 cm. Por último, la cantidad de hojas varió mínimamente durante los 21 días de tratamiento. Estos resultados en las características de la planta se pueden atribuir a la acumulación de plomo en cada una de sus partes y a su procesamiento. Este hallazgo concuerda con el estudio de Huaranga et al. (2022), donde se observó el crecimiento de la planta *Typha domingensis* en 30 días de tratamiento en aguas contaminadas por plomo y hierro.

Siguiendo con el **objetivo específico 2** que es la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas antes y después del tratamiento con *Eclipta prostrata* (L.) L el tratamiento resultó ser efectivo para los parámetros fisicoquímicos estudiados. En el caso del pH, se registró una disminución desde un valor inicial de 8.6 hasta 7.48 tras el tratamiento. La temperatura se mantuvo constante en 23 grados. La conductividad eléctrica se redujo de 1354.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 699.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El oxígeno disuelto aumentó de 1.07 mg/L a 7.60 mg/L. La turbidez disminuyó notablemente de 84.10 NTU a 0.78 NTU. En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), se observó una reducción de 731.00 mg/L a 163.00 mg/L. Finalmente, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) también disminuyó de 894.00 mg/L a 207.67 mg/L, respecto al plomo demostró una eficiencia notable desde la primera semana de tratamiento, especialmente en la remoción de plomo. Esta eficiencia alcanzó su punto máximo en los 21 días de tratamiento. La concentración inicial de plomo era de 31.65 mg/L, y después de los 21 días de tratamiento, se redujo a 0.13 mg/L. Es importante destacar que en todos los tratamientos se observó una alta eficiencia en la remoción de plomo.

Los resultados obtenidos en este estudio tienen correlación con la investigación realizada por Moreno et al. (2022). En dicho estudio, se observó una disminución en los parámetros fisicoquímicos, tales como la Demanda Bioquímica

de Oxígeno (DBO) llegando a 150 mg/L, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) llegó a 189 mg/L y el Oxígeno Disuelto (OD), en este estudio se trabajó con diferentes concentraciones de pH y con 14 plantas. Además, se evidenció un cambio en la coloración de la planta durante el tratamiento. Sin embargo, cabe destacar que en nuestra investigación no se evaluaron los parámetros SST y ST.

En contraste, Sharma et al. (2021) llevaron a cabo una investigación en la que se utilizó la planta *Eclipta alba* para la fitorremediación. Recolectaron 25 litros de agua que se depositaron en recipientes para realizar el proceso de fitorremediación, utilizando un total de 12 plantas. Los resultados obtenidos en su estudio fueron similares a los de esta investigación en términos de los parámetros pH (8.5 - 7.03) (DBO 2964 – 185) mg/L, DQO (1230 - 269.03) mg/L y plomo (Pb), los cuales también se redujeron de manera significativa. De esta manera, se lograron resultados comparables a esta investigación.

En este sentido, Sharma et al. (2021) utilizaron las plantas *Eclipta alba* y *Alternanthera philoxeroides* (L) para la fitorremediación de efluentes industriales, centrandose su estudio en metales pesados, específicamente Hierro (Fe), Plomo (Pb), Cobre (Cu) y Arsénico (As). Ambas especies demostraron ser altamente eficientes en la remoción de metales del agua. El estudio se llevó a cabo con 12 plantas, logrando una eficiencia considerable de manera in situ, llegando a la remoción del plomo en un 50%. Estos resultados están en consonancia con los datos obtenidos en la presente investigación.

Se llevó a cabo un proceso de fitorremediación de aguas residuales utilizando la especie *Spirodela polyrhiza* durante un período de 13 días. Durante este tiempo, se observó una disminución en los parámetros fisicoquímicos, incluyendo el pH, la conductividad eléctrica, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Además, se trató la presencia de varios metales, como el plomo, cadmio, cromo y arsénico, logrando una remoción del 82% de estos metales. Es importante destacar que este estudio también analizó el comportamiento de la clorofila durante los días de tratamiento, encontrando una eficiencia similar a la de este estudio (Muthan et al. 2024).

El **tercer objetivo específico** es implementar un humedal artificial para la fitorremediación de plomo (Pb) con la especie herbácea *Eclipta prostrata (L.) L*, en tal sentido en esta investigación se tuvo en consideración las dimensiones de los humedales artificiales tales como 40 cm de largo, 30 cm de alto y 15 cm de ancho, la cantidad de agua que son 4 litros, la cantidad de plantas que fueron de 3, 5 y 7 plantas, luego se procedió a colocar mallas para pescar en la parte superior para que sirva como soporte de la planta, se graduó el ingreso de la luz solar para no aumentar la temperatura del agua y estresar a la plantas y los días de tratamiento fueron de 7 y 21 días de tratamiento, estas condiciones fueron óptimas para la fitorremediación permitiendo hacer el proceso de manera efectiva.

En tal sentido Sudarsan y Jain (2023) en su trabajo de investigación se menciona que se utilizaron humedales artificiales para fitorremediar aguas residuales mediante la planta *Phragmites australis*. Los humedales experimentales tenían dimensiones de 2 metros de largo, 1 metro de ancho y 0.9 metros de profundidad. Además, se agregó grava en la parte inferior de los humedales. El tratamiento se llevó a cabo durante 8 días, utilizando 20 litros de agua con concentraciones elevadas de DBO, DQO y metales pesados. La eficiencia del proceso osciló entre el 75 % y el 90 %, lo que resultó en buenos resultados. Este estudio resalta la importancia de los humedales artificiales en la remoción de contaminantes. Aunque se alinea con investigaciones anteriores en términos de eficiencia, es importante señalar que las dimensiones del humedal en este caso son diferentes, así como la cantidad de agua y el tiempo de tratamiento.

Magaña y López, (2023) mencionan que los humedales artificiales es una alternativa viable para la remoción de múltiples contaminantes, por lo que, en su trabajo de investigación utilizó la especie *Sagittaria latifolia*, colocándolas en 12 humedales artificiales de dimensiones de 1.2m de ancho x 2.5 de largo x 1m de largo, el aforo de las aguas residuales tratadas, se realizó después de 1 año de operación, lo cual, la eficiencia de remoción de contaminantes fue de un 90%, los cuales fueron evaluados midiendo los parámetros de entrada y salida. Por lo que, este trabajo no guarda relación con nuestro proyecto de investigación, debido a la cantidad de tiempo de tratamiento y las dimensiones que utilizan, resultando así, que la especie *Eclipta Prostrata (L.) L* es más eficiente en menos cantidad de tiempo.

Continuando con la línea de investigación, Kushwaha et al. (2024) menciona la utilidad práctica de los humedales artificiales, el rendimiento de ello se puede controlar mediante los efectos combinados de los parámetros fisicoquímicos, como la temperatura, ph, oxígeno disuelto y metales pesados

Siguiendo con el **cuarto objetivo específico** fue evaluar las condiciones de operación óptima para la fitorremediación con *Eclipta prostrata* (L.) L en Puente Piedra 2024, entre todos los tratamientos (T1 hasta T6) se llegaron observar una buena eficiencia en la fitorremediación de los parámetros fisicoquímicos y la remoción de plomo. Por lo tanto, la condición optima representa el tratamiento con mayor días y número de plantas (21 días y 7 plantas).

Continuando con la línea de investigación, Khan et al. (2022) señalan que, tras evaluar nueve especies de plantas utilizadas para la fitorremediación, si una planta tiene la capacidad de quelar los metales, será eficiente incluso con un menor número de plantas. Además, el tiempo requerido para la fitorremediación dependerá en gran medida de los nutrientes presentes en el agua y el tipo de planta empleado. Estos hallazgos guardan una estrecha relación con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Heitzman et al. (2024), señalan que se utilizó la planta *L. minor*, la cual se cultivó con 15 días de anticipación durante el invierno en un sistema de decantación. Se analizó la comparación de los resultados entre los intervalos de 15 días y 60 días. Los hallazgos indicaron que la condición óptima para la fitorremediación se alcanzó a los 60 días de tratamiento. En este sentido, este trabajo de investigación establece una relación significativa con el autor.

Con respecto al **quinto objetivo específico** es la eficiencia de remoción del plomo de las aguas de la acequia tres ruedas puente piedra, En la misma línea, se realizó la fitorremediación con la planta *Eclipta Prostrata* (L.) L en seis tratamientos distintos. En el tratamiento T1, que contó con 3 plantas y 7 días de tratamiento, se obtuvo una eficiencia del 96.76%. En el T2, con 5 plantas y 7 días de tratamiento, la eficiencia fue del 95.86%. El T3, que incluyó 7 plantas y 7 días de tratamiento, alcanzó una eficiencia del 96.28%. El T4, que incluyó 3 plantas y 21 días de tratamiento, alcanzó una eficiencia del 94.65%. En el T5, con 5 plantas y 21 días de

tratamiento, la eficiencia fue del 97.64%. Finalmente, el T6, que contó con 7 plantas y 21 días de tratamiento, logró la mayor eficiencia con un 99.58%. Cabe destacar que, aunque la mayor eficiencia se obtuvo con 7 plantas y 21 días de tratamiento, los tratamientos con menos tiempo y menos plantas también alcanzaron una eficiencia superior al 90%. Por lo tanto, se concluye que el tiempo y la cantidad de plantas no influyen significativamente en la eficiencia del tratamiento.

Estos resultados demuestran una alta eficiencia en comparación con la investigación de Sharma et al. (2021). En dicho estudio, se utilizó la planta *Eclipta alba* para la fitorremediación con un total de 12 plantas. Tras el tratamiento, se obtuvo una eficiencia superior al 50% en la remoción de plomo. En cuanto al cadmio, cromo y arsénico, se logró una eficiencia del 80%. Sin embargo, el plomo resultó ser el metal menos extraído por fitoextracción.

En la misma línea, los autores Muthan et al. (2024) emplearon la especie *Spirodela polyrhiza* en un periodo de 13 días. Esta especie demostró una eficiencia considerable en los parámetros fisicoquímicos y en la remoción de plomo, alcanzando una eficiencia del 82% tras el tratamiento. Estos hallazgos evidencian que el tratamiento con la especie herbácea *Eclipta prostrata* (L.) L resulta más eficiente para tratar aguas contaminadas con plomo (Pb).

Por otro lado, los resultados de Khan et al. (2022) muestran una relación con el presente estudio. En su investigación, lograron una eficiencia de remoción de plomo superior al 90% utilizando la especie *Pteris vittata* en 15 días de tratamiento, con 8 humedales artificiales. De las nueve especies que probaron, solo esta alcanzó una eficiencia superior al porcentaje mencionado en el tratamiento de aguas residuales. Además, demostraron una disminución en el pH, la conductividad eléctrica, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Por lo tanto, estos hallazgos se vinculan con la planta utilizada en nuestra investigación.

V. CONCLUSIONES

La fitorremediación con la planta *Eclipta Prostrata* (L.) L para la remoción de plomo en las aguas de la acequia tres ruedas ubicado en Puente Piedra fue muy eficiente. Entre los resultados más importantes se tiene:

Se registraron cambios significativos en el crecimiento de la planta *Eclipta Prostrata* (L.) L a lo largo del tiempo. En particular, la raíz experimentó un crecimiento notable durante los 21 días de tratamiento, pasando de 3.86 cm a 5.40 cm. De manera similar, el tallo también mostró un crecimiento significativo durante el mismo período, aumentando de 19.89 cm a 24.59 cm. La cantidad de hojas se mantuvo constante hasta los 7 días de tratamiento, y en los 21 días de tratamiento, se observó una mínima caída de hojas. Finalmente, se observó un cambio en la coloración de algunas plantas después de 21 días de tratamiento, pasando de un verde oscuro a un tono marrón.

La fitorremediación con la planta *Eclipta Prostrata* (L.) L para los parámetros fisicoquímicos del agua fue muy eficiente. El plomo (Pb) (31.65 mg/L a 0.13 mg/L), pH de (8.6 a 7.48), la temperatura se mantuvo en los 23 grados, la conductividad eléctrica de (1354 μ S/cm a 699.67 μ S/cm), el oxígeno disuelto aumento de (1.07 mg/L a 7.60 mg/L), la turbidez disminuye de (84.10 NTU a 0.78 NTU), el DBO de (731 mg/L a 163 mg/L) y el DQO de (894 mg/L a 207.67 mg/L) durante el tratamiento.

Las dimensiones 40 x 30 x 15 de los humedales artificiales, con 4 litros de agua, las regulaciones de la luz solar y las cantidades de las plantas fueron óptimos para fitorremediar el agua de la acequia 3 ruedas.

Se evidenció que entre todos los tratamientos (T1 hasta T6) se llegó a observar una buena eficiencia en la fitorremediación de los parámetros fisicoquímicos y la remoción de plomo. Por lo tanto, la condición óptima representa el tratamiento con mayor día y número de plantas (21 días y 7 plantas).

La eficiencia mayor de remoción del plomo (Pb) se evidencio en los 21 días de tratamiento logrando un 99.58% de eficiencia con 7 plantas.

VI. RECOMENDACIONES

Como se evidenció el crecimiento de las partes de la planta (raíz, tallo y cantidad de hojas), al igual que la coloración de las plantas sería útil hacer más investigaciones para encontrar la relación entre la coloración de la planta y la remoción del plomo.

Como la temperatura del agua no varió en la fitorremediación sería útil hacer pruebas con las temperaturas en el agua y la relación que tiene con la remoción del plomo (Pb).

Probar con diferentes dimensiones de humedales artificiales agregando grava, arena y sustrato.

Los resultados de remoción del plomo fueron eficientes en todos los tratamientos, sería útil usar la planta en otro tipo de clima para ver si la eficiencia de remoción se ve afectada respecto a la temperatura ambiental.

Hacer pruebas en diferentes aguas contaminadas con diferentes concentraciones de plomo y otros metales pesados.

REFERENCIAS

- ARIAS, J.L. y COVINOS, M. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. S.I.: Enfoques Consulting EIRL. [consulta: 29 octubre 2023]. ISBN 978-612-48444-2-3.
Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>.
- ARROGANTE, O. Técnicas de muestreo y cálculo del tamaño muestral: Cómo y cuántos participantes debo seleccionar para mi investigación. *Enfermería Intensiva*, 2022, vol. 33, no. 1. ISSN 1130-2399. DOI 10.1016/j.enfi.2021.03.004.
- BAZÁN, D. Y CHICLLA, A. The effect of *Pseudomonas putida* on the variation of biochemical oxygen demand in the effluents of the domestic WWTP Collique, Lima. *South Sustainability*, 2023, Vol. 4(1), pp 2-3. DOI: 10.21142/SS-0401-2023-e071.
- CABALLERO CASTAÑO, M., VALERO VALERO, N.O. y PANTOJA GUERRA, M., 2022. Revisión: Posibilidades de bioestimulación con ácidos húmicos en plantas utilizadas para fitorremediación. *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinar en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, vol. 9, no. 1, ISSN 2389-9484.
- CALVO, D., RINCÓN, M., PAZ, C.A. y GUTIÉRREZ, D.J. *Evaluación de producción de biogás y reducción de carga orgánica de vinazas mediante digestión anaerobia*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2019, vol. 21, no. 2. ISSN 0123-3475. DOI 10.15446/rev.colomb.biote.v21n2.79555.
- CONDORI-OJEDA, P. Universo, población y muestra. [en línea], [consulta: 30 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>.
- CORCHO, J., RUIZ, C., ORTEGA, B., DEL VALLE, R.J. *Phytoremediation alternatives for agricultural water*. *Novum Ambiens*. 2023, Vol. 1. N° 1, pp. 2-3.
- DIAZ, A., y PAREDES, P. *Utilization of treated domestic wastewater through the use of an artificial pinion wetland and giraso*. *Pol. Con.* (Edición núm. 66) 2022, Vol. 7, No 1. pp. 4. ISSN: 2550-682X.
- DIAZ, M., BLAS, S.R., GONZALES, S.A., DAMIÁN, N.S. y GIRALDO, U.F. Variation of the concentration of heavy metals due to rains and floods in the Rimac river basin, Lima-Peru. *Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2023): "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of*

Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development [en línea]. S.I.: Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, [consulta: 24 octubre 2023]. ISBN 9786289520743. DOI 10.18687/LACCEI2023.1.1.1061. Disponible en: <https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/meta/FP1061.html>.

DURAN, Bryan y LINO, M. *Phytoremediation with Eichhornia crassipes in wastewater from the Jipijapa canton, Ecuador*. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad, 2023, Vol. 6.

HEITZMAN, B.S., BUENO, G.W., CAMARGO, T.R., PROENÇA, D.C., YAEKASHI, C.T.O., DA SILVA, R.M.G. y MACHADO, L.P., 2024. *Duckweed application in nature-based system for water phytoremediation and high-value coproducts at family agrisystem from a circular economy perspective*. *Science of The Total Environment*, vol. 919, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2024.170714.

HUARANGA MORENO, F., MÉNDEZ GARCÍA, E., BERNUI PAREDES, F., COSTILLA SÁNCHEZ, N., HUARANGA ARÉVALO, F., HUARANGA MORENO, F., MÉNDEZ GARCÍA, E., BERNUI PAREDES, F., COSTILLA SÁNCHEZ, N. y HUARANGA ARÉVALO, F., 2022. *Fitoextracción de Pb, As y Cd, presentes en suelos agrícolas contaminados por relaves mineros por el "maíz" (Zea mays L.) y "beterraga" (Beta vulgaris L.)*. *Arnaldoa*, vol. 29, no. 1, ISSN 2413-3299. DOI 10.22497/arnaldoa.291.29106.

KAZA, S., YAO, L.C., BHADA-TATA, P. y VAN WOERDEN, F., 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* [en línea]. S.I.: Washington, DC: World Bank. [consulta: 30 octubre 2023]. ISBN 978-1-4648-1329-0. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10986/30317>.

KHAIRULLAH, A.R., SOLIKHAH, T.I., ANSORI, A.N. y RAHARJO, H.M. *A review on phytochemistry and pharmacology of Eclipta alba L.: A valuable medicinal plant*. *Research Journal of Biotechnology*, 2022, vol. 17, no. 3. ISSN 09736263, 22784535. DOI 10.25303/1703rjbt134139.

KHAIRULLAH, A.R., SOLIKHAH, T.I., ANSORI, A.N.M. y RAHARJO, H.M., 2022. *A review on phytochemistry and pharmacology of Eclipta alba L.: A valuable medicinal plant*. *Research Journal of Biotechnology*, vol. 17, no. 3, ISSN 09736263, 22784535. DOI 10.25303/1703rjbt134139.

KHAN, Q., ZAHOOR, M., SALMAN, S.M., WAHAB, M. y BARI, W.U., 2022. *Phytoremediation of toxic heavy metals in polluted soils and water of Dargai District Malakand Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 84, ISSN 1519-6984, 1678-4375. DOI 10.1590/1519-6984.265278.

- KRISTANTI, R.A. y HADIBARATA, T., 2023. *Phytoremediation of contaminated water using aquatic plants, its mechanism and enhancement. Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 32, ISSN 2468-5844. DOI 10.1016/j.coesh.2023.100451.
- KUSHWAHA, A., GOSWAMI, L., KIM, B.S., LEE, S.S., PANDEY, S.K. y KIM, K.-H., 2024. *Constructed wetlands for the removal of organic micropollutants from wastewater: Current status, progress, and challenges. Chemosphere*, vol. 360, ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2024.142364.
- MAGAÑA-FLORES, A. y LÓPEZ-OCAÑA, G., 2023. *Domestic wastewater treated with Sagittaria latifolia in constructed wetlands. DYNA (Colombia)*, vol. 90, no. 226, ISSN 0012-7353. DOI 10.15446/dyna.v90n226.105263. Scopus
- MALQUI SOLORZANO, S.P., 2021. *Implementación de un sistema de filtros para la remoción de aceites y grasas de aguas residuales domésticas en la Asociación Café Perú, Puente Piedra, 2021.*
- MENDARTE, Caliope, [et al]. *Fitorremediación: alternativa biotecnológica para recuperar suelos contaminados con DDT. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 2021, vol. 24. Pp. 10.
- MENDARTE-ALQUISIRA, C., ALARCÓN, A. y FERRERA-CERRATO, R., 2022. *Phytoremediation: Biotechnological alternative for recovering DDT-contaminated soils. A review. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 24, no. 1,
- MUTHAN, B., WANG, J., WELTI, R., KOSMA, D.K., YU, L., DEO, B., KHATIWADA, S., VULAVALA, V.K.R., CHILDS, K.L., XU, C., DURRETT, T.P. y SANJAYA, S.A., 2024. *Mechanisms of Spirodela polyrhiza tolerance to FGD wastewater-induced heavy-metal stress: Lipidomics, transcriptomics, and functional validation. Journal of Hazardous Materials*, vol. 469, ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2024.133951.
- NANAYAKKARA, C.J., DUSHYANTHA, N.P., RATNAYAKE, N.P., PREMASIRI, H.M.R., ABEYSINGHE, A.M.K.B., BATAPOLA, N.M., DILSHARA, R.M.P., PARTHEEPAN, N. y KUMARAPPERUMA, M.Y., 2023. *Risk evaluation and remedial measures for heavy metal contamination in lagoonal sediments of the Negombo Lagoon, Sri Lanka after the X-Press Pearl maritime disaster. Regional Studies in Marine Science*, vol. 67, ISSN 2352-4855. DOI 10.1016/j.rsma.2023.103200.
- NAYERI, S., DEGHANIAN, Z., ASGARI LAJAYER, B., THOMSON, A., ASTATKIE, T. y PRICE, G.W., 2023. *CRISPR/Cas9-Mediated genetically edited ornamental and aromatic plants: A promising technology in phytoremediation*

of heavy metals. Journal of Cleaner Production, vol. 428, ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2023.139512.

OGGERO, A.S., NAKAYAMA, H.D., ÁVALOS, C.R., GARCIA, I.C., BENÍTEZ, J.V., AYALA, J., ELKHALILI, R., PERALTA, I., OGGERO, A.S., NAKAYAMA, H.D., ÁVALOS, C.R., GARCIA, I.C., BENÍTEZ, J.V., AYALA, J., ELKHALILI, R. y PERALTA, I., 2021. *Eficiencia de la absorción de cobre (Cu) y cromo (Cr), una propuesta de fitorremediación de efluentes mediada por Typha domingensis*. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, vol. 26, no. 2, ISSN 2617-4731. DOI 10.32480/rscp.2021.26.2.100.

PEDRAZA, M. *Phytoremediation in bodies of water contaminated by heavy metals*. Innova Biology Sciences, 2021, Vol. 1 No 1. Pág. 63. ISSN: 2810-8019.

PÉREZ, Y.A., CORTÉS, D.A.G. y HAZA, U.J.J., 2022. *Humedales construidos como alternativa de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas: Una revisión*. Ecosistemas, vol. 31, no. 1, ISSN 1697-2473.

QUISPE YANA, R.F., BELIZARIO QUISPE, G., CHUI BETANCUR, H.N., HUAQUISTO CÁCERES, S., CALATAYUD MENDOZA, A.P. y YÁBAR MIRANDA, P.S., 2019. *Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú*. Revista Boliviana de Química, vol. 36, ISSN 0250-5460.

RAMOS, C.A. Editorial: Diseños de investigación experimental. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021, vol. 10, no. 1, ISSN 1390-9592.

REDACCIÓN RPP, 2015. Puente Piedra: Canal de regadío se vuelve foco infeccioso | RPP Noticias. [en línea]. [consulta: 12 octubre 2023]. Disponible en: <https://rpp.pe/lima/actualidad/puente-piedra-canal-de-regadio-se-vuelve-foco-infeccioso-noticia-761295>.

REYNA-NÁJERA, D.N., CORTÉS-PALACIOS, L., SANDINO-AQUINO DE LOS RÍOS, G., MARTÍNEZ-SALVADOR, M., RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, L.M., REYNA-NÁJERA, D.N., CORTÉS-PALACIOS, L., SANDINO-AQUINO DE LOS RÍOS, G., MARTÍNEZ-SALVADOR, M. y RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, L.M., 2022. Estudio del comportamiento de especies vegetales en un proceso de fitoestabilización para remediación de suelo contaminado por jal minero abandonado. Epistemus (Sonora) [en línea], vol. 16, no. 32, [consulta: 11 octubre 2023]. ISSN 2007-8196. DOI 10.36790/epistemus.v16i32.197. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-81962022000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- REYNOLDS, K.A., 2001. Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica. Latinoamérica.
- ROMERO, C.V., 2023. Chiclayo: contaminación de acequias requiere acciones urgentes LRND | Sociedad | La República. [en línea]. [consulta: 11 octubre 2023]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2023/05/27/chiclayo-contaminacion-de-acequias-requiere-acciones-urgentes-lrnd-2514105>.
- SALAZAR LOZANO, J.I. y YARIN ASPAJO, T., 2023. Impacto de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puente Piedra en la calidad de las aguas superficiales de la cuenca baja del Río Chillón, 2021.,
- SERRA, X., LÓPEZ, M. y TARGARONA, E. Investigación cuantitativa y cualitativa en cirugía. *Cirugía Española*, 2022, vol. 100, no. 5. ISSN 0009-739X. DOI 10.1016/j.ciresp.2021.11.012.
- SHANG, W., YANG, M., HAN, Z. y CHEN, X., 2023. *Distribution, contamination assessment, and sources of heavy metals in surface sediments from the south of the North Yellow Sea, China*. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 196, ISSN 0025-326X. DOI 10.1016/j.marpolbul.2023.115577.
- SHARMA, P., TRIPATHI, S. y CHANDRA, R., 2021. *Highly efficient phytoremediation potential of metal and metalloids from the pulp paper industry waste employing Eclipta alba (L) and Alternanthera philoxeroides (L): Biosorption and pollution reduction*. *Bioresource Technology*, vol. 319, ISSN 0960-8524. DOI 10.1016/j.biortech.2020.124147.
- SUDARSAN, J.S. y JAIN, M.S., 2023. 17 - *Nature based wastewater treatment using artificial wetland technique for municipal wastewater and resource recovery*. En: M. SILLANPÄÄ, A. KHADIR y K. GURUNG (eds.), *Resource Recovery in Municipal Waste Waters* [en línea]. S.l.: Elsevier, pp. 361-376. [consulta: 19 junio 2024]. ISBN 978-0-323-99348-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323993487000114>.
- TOMCZYK, P., WADOWCZYK, A., WIATKOWSKA, B. y SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA, A., 2023. *Assessment of heavy metal contamination of agricultural soils in Poland using contamination indicators*. *Ecological Indicators*, vol. 156, ISSN 1470-160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2023.111161.
- TROJANOWSKA, M., 2023. *Reclamation of polluted land in urban renewal projects. Literature review of suitable plants for phytoremediation*. *Environmental Challenges*, vol. 13, ISSN 2667-0100. DOI 10.1016/j.envc.2023.100749.
- ULLAH, S., LIU, Q., WANG, S., JAN, A.U., SHARIF, H.M.A., DITTA, A., WANG, G. y CHENG, H., 2023. *Sources, impacts, factors affecting Cr uptake in plants, and mechanisms behind phytoremediation of Cr-contaminated soils*. *Science of*

The Total Environment, vol. 899, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.165726.

VALDIVIESO, L. Notas de Técnicas de Muestreo [en línea]. S.l.: PUCP. Departamento Académico de Ciencias. [consulta: 30 octubre 2023]. ISBN 978-612-47757-2-7. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182371>.

VERA, A., RAMOS, K., CAMARGO, E., ANDRADE, C., NÚÑEZ, M., DELGADO, J., CÁRDENAS, C. y MORALES, E., 2016. *Phytoremediation of wastewater with high lead content and using Typha dominguensis and Canna generalis*. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, vol. 39, ISSN 0254-0770.

WANG, J. y AGHAJANI DELAVAR, M., 2023. *Techno-economic analysis of phytoremediation: A strategic rethinking*. *Science of The Total Environment*, vol. 902, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2023.165949.

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia.

Fitorremediación utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.		
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cómo Fitorremediar utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Fitorremediar utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L para la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La planta <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L remueve el Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra-Perú 2024.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo las propiedades físicas de la planta <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L tienen influencia sobre la remoción de Pb en Puente Piedra, Lima 2024?</p> <p>¿Como caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas Puente Piedra, Lima 2024?</p> <p>¿Cómo Desarrollar un humedal artificial para la fitorremediación utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024?</p> <p>¿Cómo Determinar las condiciones de operación óptima para la fitorremediación con la <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) ¿Puente Piedra, Lima 2024?</p> <p>¿Cuál es la eficiencia de remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</p> <p>Caracterizar las propiedades físicas de la planta <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Implementar un humedal artificial para la fitorremediación utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra-Perú 2024.</p> <p>Determinar las condiciones de operación óptima para la fitorremediación con la <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Evaluar la eficiencia de remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>Las características de la planta <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L Permite la remoción de Pb en las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Las propiedades fisicoquímicas de la acequia tres ruedas permiten la fitorremediación con la especie vegetal <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) en Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Los humedales artificiales permiten realizar la fitorremediación utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) para la remoción Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas, Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>Las condiciones de operación permiten la fitorremediación con la <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) en Puente Piedra, Lima 2024.</p> <p>La eficiencia de remoción de Pb de las aguas de la acequia Tres Ruedas mediante la planta <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) es del 50 %, Puente Piedra, Lima 2024.</p>

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Fitorremediación utilizando <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición/Unidades
Independiente: Especie vegetal <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L	<i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L, es una planta herbácea que prospera en ambientes húmedos, como márgenes de ríos, canales de riego y acequias. Se distingue por sus hojas que tienen forma de lanza y están sostenidas por tallos de color rojizo y ramas peludas. (Khairullah et al. 2022).	La especie herbácea será evaluada, teniendo en cuenta las características de la <i>planta Eclipta Prostrata</i> (L.) L, junto con un análisis detallado de cada una de las etapas del proceso.	Caracterización de la planta <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L	Tamaño de raíz	cm
				Tamaño de tallo	cm
				Numero de hojas	Unidad
				Color	Tonalidad
			Diseño de humedales artificiales	Largo	cm
				Alto	cm
				Ancho	cm
			Condiciones de operación para la fitorremediación con la <i>Eclipta Prostrata</i> (L.) L	3 plantas	Unidad
				5 plantas	Unidad
				7 plantas	Unidad
7 días	Días				
Dependiente: fitorremediación de aguas contaminados por Pb	La fitorremediación implica la utilización de plantas o microorganismos para lograr la volatilización, degradación, inmovilización y extracción de metales pesados, carga orgánica e hidrocarburos, ya sea en agua o suelo (Kristanti y Hadibarata 2023).	Para la fitorremediación de la acequia tres ruedas se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, el diseño de los humedales artificiales, las condiciones de operación para la fitorremediación y además se evaluará la eficiencia de remoción e Pb.	Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las aguas de la acequia tres ruedas	21 días	Días
				pH	pH
				Temperatura	°C
				C.E	µS/cm
				Turbidez	NTU
				OD	mg/L
				DBO	mg/L
			DQO	mg/L	
			Plomo	mg/L	
			Determinación de la eficiencia de remoción de Pb	$E = \frac{C_0 - C_F}{C_0} \times 100$	%

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos
Ficha 1. Parámetros físicos – químicos del agua de la acequia


		DATOS GENERALES	
TÍTULO	Fitorremediación utilizando <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.	INTEGRANTES	- Castillejo Capcha Jamil Kevin - Colan Gamboa Damaris Cesia
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	ASESOR	Bañon Arias, Jonnatan Victor

	Parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia Tres Ruedas												
	Código de muestra	Coordenadas (UTM, WGS84)	Fecha/Hora de muestreo	N° de envases por punto de muestreo		Parámetros físicos - químicos							
				P	V	pH	Temperatura (°C)	C.E (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O.D (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Plomo (mg/L)
Antes de la fitorremediación													
Después de la fitorremediación													

Descripción:
P: Plástico
V: Vidrio



JONNATAN VICTOR
BAÑON ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 284651


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275


Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
Ing. Químico
Investigador CONCYTEC
Código Renacy P0034858
CIP 71998


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155

Ficha 2. Caracterización de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

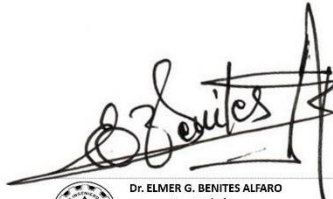

		DATOS GENERALES	
TÍTULO	Fitorremediación utilizando <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.	INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Castillejo Capcha Jamil Kevin - Colan Gamboa Damaris Cesia
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	ASESOR	Bañon Arias, Jonnatan Víctor

Caracterización Física de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

Código de muestra	Toma de muestra Control de crecimiento (N° de días)	Fenología			Tonalidad Color
		Crecimiento (cm)			
		Raíz	Tallo	Hoja	



JONNATAN VÍCTOR
BAÑON ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 264657


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

Ficha 3. Condiciones de operación para la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata* (L.) L

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		DATOS GENERALES	
TÍTULO	Fitorremediación utilizando <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.	INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Castillejo Capcha Jamil Kevin - Colan Gamboa Damaris Cesia
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	ASESOR	Bañon Arias, Jonnatan Víctor

Condiciones de operación para la fitorremediación con <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L						
N° de muestra	Toma de muestra (F/H)	Tiempo de exposición	Número de plantas	Concentración de Pb (mg/L)		Eficiencia Pb (%)
				Inicial	Final	

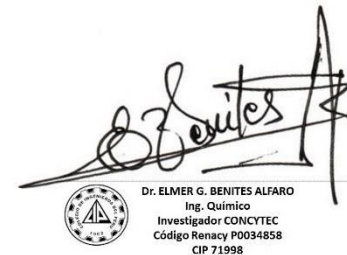
Descripción:
 F: Fecha
 H: Hora




JONNATAN VÍCTOR
BAÑON ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275





Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

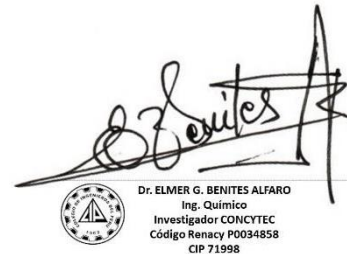

Ficha 4. Dimensiones del humedal artificial

		DATOS GENERALES	
TÍTULO	Fitorremediación utilizando <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.	INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Castillejo Capcha Jamil Kevin - Colan Gamboa Damaris Cesia
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	ASESOR	Bañon Arias, Jonnatan Victor

Dimensiones de humedales artificiales			
N° de humedales artificiales	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)
Humedal artificial N° 1			
Humedal artificial N° 2			
Humedal artificial N° 3			
Humedal artificial N° 4			
Humedal artificial N° 5			
Humedal artificial N° 6			


JONNATAN VICTOR
BAÑON ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 28465


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia Tres Ruedas
 1.5. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L
 1.10. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
- 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
- 1.13. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.1. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones de operación para la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata (L.) L*
- 1.2. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.14. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 1.15. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.16. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dimensiones de humedales artificiales
 1.4. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.17. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
 1.18. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.19. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.20. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia Tres Ruedas
 1.21. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.



 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacyc 90934958
 CIP 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.22. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
- 1.23. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
- 1.24. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.25. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L
- 1.26. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

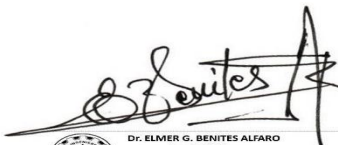
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.




Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.27. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
 1.28. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.29. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.5. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones de operación para la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata (L.) L*
 1.6. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


DR. ELMER G. BENITES ALFARO
 ING. QUÍMICO
 Investigador CONCYTEC
 Código Perseycy: P0034808
 CIP 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.30. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales
 1.31. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.32. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.7. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dimensiones de humedales artificiales
 1.8. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.



 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 73908

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.33. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 1.34. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.35. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.36. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Parámetros fisicoquímicos del agua de la acequia Tres Ruedas
 1.37. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 27 de noviembre del 2023.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.38. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 1.39. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.40. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.41. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de la planta *Eclipta prostrata (L.) L*
 1.42. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 27 de noviembre del 2023.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.43. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 1.44. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
 1.45. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones de operación para la fitorremediación con la planta *Eclipta prostrata (L.) L*
 1.10. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 27 de noviembre del 2023.


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.46. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
- 1.47. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador / UCV campus los Olivos
- 1.48. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.11. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Dimensiones de humedales artificiales
- 1.12. Autores de Instrumento: Castillejo Capcha Jamil Kevin – Colan Gamboa Damaris Cesia

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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con

SI
-

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 27 de noviembre del 2023.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155

Anexo 4. Resultados fisicoquímicos del agua.

ENSAYO N°01 -M- 2024-1
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA
LABORATORIO DE QUIMICA UCV-LIMA NORTE

Dirección:	Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314
Tipo de ensayo:	Análisis Físico-químicos y biológico
Matriz:	Agua residual superficial
Descripción de la muestra:	Muestra inicial
Muestra tomada por:	Castillejo Capcha Jamil Kevin - Colan Gamboa Damaris Cesia
Fecha de ingreso de la muestra:	18 -03- 2024

pH			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	pH	8.26
Temperatura			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	°C	24
Conductividad Eléctrica			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	µS/cm	1354
Oxígeno disuelto			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	1.07
Turbidez			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	NTU	84.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	731
Demanda Química de Oxígeno			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	894

Metodología de análisis	APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
	Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
	SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
	Solids Dried at 103-105°C.

Equipos utilizados	Multiparámetro HANNA modelo EDGE
	Código interno: 06007326
	Conductímetro de mesa HANNA modelo HI5521
	Código interno: 06007307
	turbidímetro OAKTON
	Código interno: 06009528
	Reactor HANNA Modelo HI839800
	Código interno: 06007308
	Multiparámetro fotómetro DQO HANNA modelo HI83099
	Código interno: 06007308
	Balanza analítica OHAUS
	Código interno: 06009513
	Estufa MEMMERT
Código interno: 06009563	



Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL



JONNATAN VICTOR
BAÑÓN ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

ENSAYO N°02 -M- 2024-1

INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

LABORATORIO DE QUIMICA UCV-LIMA NORTE

Estación	Tipo de resultado	Repeticiones	Resultados						
			pH	T (°C)	C.E (µS/cm)	O.D (mg/L)	Turbidez(NTU)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)
R37	Muestra	R-1	7.84	23.8	925	7.78	3.75	418	493
		R-2	7.84	23.9	925	7.75	3.71	414	481
		R-3	7.84	23.9	925	7.73	3.78	421	484
R57	Muestra	R-1	7.8	23.8	955	7.61	2.11	411	453
		R-2	7.81	23.8	955	7.63	2.13	409	455
		R-3	7.81	23.9	955	7.61	2.11	409	451
R77	Muestra	R-1	7.74	23.8	870	7.79	1.82	402	434
		R-2	7.74	23.8	870	7.79	1.82	402	436
		R-3	7.74	23.9	870	7.77	1.84	405	438
R321	Muestra	R-1	7.64	21.6	960	7.62	2.11	174	224
		R-2	7.6	21.6	957	7.59	2.11	171	219
		R-3	7.61	21.6	959	7.57	2.13	171	222
R521	Muestra	R-1	7.6	21.6	865	7.85	1.49	166	214
		R-2	7.55	21.6	850	7.75	1.51	166	211
		R-3	7.56	21.6	867	7.2	1.49	167	214
R721	Muestra	R-1	7.5	21.7	696	7.5	0.78	162	209
		R-2	7.47	21.7	699	7.5	0.77	162	206
		R-3	7.48	21.7	704	7.5	0.78	164	209

Metodología de análisis	APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
	Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
	SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
	Solids Dried at 103-105°C.

Equipos utilizados	Multiparámetro HANNA modelo EDGE
	Código interno: 06007326
	Conductímetro de mesa HANNA modelo HI5521
	Código interno: 06007307
	turbidímetro OAKTON
	Código interno: 06009528
	Reactor HANNA Modelo HI839800
	Código interno: 06007308
	Multiparámetro fotómetro DQO HANNA modelo HI83099
	Código interno: 06007308
	Balanza analítica OHAUS
	Código interno: 06009513
	Estufa MEMMERT
	Código interno: 06009563



Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL



JONNATAN VICTOR
BAÑÓN ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

Anexo 5. Resultado de los parámetros fisicoquímicos de la planta.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-9803

N° Id.: 0000109466

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : Jamil Kevin Castillejo Capcha
2.- DIRECCIÓN : Nueva Jerusalem Mz N Lt 16 - Carabayllo
3.- PROYECTO : MONITOREO DE AGUA - ACEQUIA 3 RUEDAS - PUENTE PIEDRA
4.- PROCEDENCIA : NO INDICA
5.- SOLICITANTE : JAMIL KEVIN CASTILLEJO CAPCHA
6.- PRODUCTO : Agua Residual

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000001983-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-04-24

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 1
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-04-18
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-04-18 al 2024-04-24

Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág. 1 de 3

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Belavista - Callao
Tel.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Protección Zarumilla Mz. D2
Lt. 3, Belavista - Callao
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 378

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. F Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 816 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Cosilla - Piura
Tel.: (+073) 542 336
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Belavista - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 788 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-9803

N° Id.: 0000109466

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPOES	EPA Method 200.7 Rev. 4.4. 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: BI, U, S), 2021.	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA

EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chatica N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 717 5802
 Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

 Provingión Zarumilla Mz. D2
 Lt. 3, Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 9236
 Cel.: 937 111 379

SEDE ARROQUIPA

 COOP. SEGUR Mz. E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 816 843
 Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 336
 Cel.: 952 617 782

SEDE TRUJILLO

 Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
 Alto Solventy - Trujillo
 Telf.: (+01) 713 0536
 Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-9803

N° Id.: 0000109466

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-25756
CÓDIGO CLIENTE ^(*)				AC-01
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(**)				E:0274641 N:8686119
PRODUCTO ^(**)				Agua Residual
SUB PRODUCTO ^(**)				Agua Residual Industrial
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(**)				18-04-2024 13:51
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales ICPOES				
Plomo (*)	mg/L	0,002	0,006	31,653

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-10525

N° ID.: 0000110188

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: Jamil Kevin Castillejo Capcha
2.- DIRECCIÓN	: Nueva Jerusalem Mz N Lt 10 - Carabayllo
3.- PROYECTO	: MUESTRA 1 "TRATAMIENTO 7 DIAS EN AGUA RESIDUAL"
4.- PROCEDENCIA	: NO INDICA
5.- SOLICITANTE	: JAMIL KEVIN CASTILLEJO CAPCHA
6.- PRODUCTO	: Agua Residual

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002124-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-05-03

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-04-25
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-04-25 al 2024-05-03



Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalcos N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. 02
Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 816 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Casilla - Piura
Telf.: (+073) 542 336
Cel.: 952 517 762

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Selvaevy - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 951 788 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-10525

N° Id.: 0000110188

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPAES	EPA Method 200.7 Rev. 4.4. 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, U, Si), 2021.	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

Pág.2 de 3

* SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Belavista - Callao
Tel.: (+01) 717 9802
Cel.: 977 816 189* SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mo. 02
113, Belavista - Callao
Tel.: (+01) 713 8838
Cel.: 907 111 375* SEDE AREQUIPA
COOP SIBOSUR Mo. 6 U. S.
Arequipa
Tel.: (+054) 616 840
Cel.: 952 361 944* SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mo. G U. 17,
Casilla - Piura
Tel.: (+073) 542 336
Cel.: 952 817 762* SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mo. A U. 26,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+01) 713 0858
Cel.: 961 708 828 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-10525

N° Id.: 0000110188

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-28039	M-24-28040	M-24-28041	
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	R37-01	R57-02	R77-03	
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0274264 N:8691871	E:0274264 N:8691871	E:0274264 N:8691871	
PRODUCTO ^(A)	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	25-04-2024 13:42	25-04-2024 13:42	25-04-2024 13:44	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales ICPOES				
Plomo (*)	mg/L	0,002	0,006	1,024 1,309 1,178

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

(A) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se apiloan a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11854

N° Id.: 0000111517

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : Jamil Kevin Castillejo Capcha
2.- DIRECCIÓN : Nueva Jerusalem Mz N Lt 16 - Carabayllo
3.- PROYECTO : MUESTRA 3 TRATAMIENTO 21 DIAS EN AGUA RESIDUAL
4.- PROCEDENCIA : NO INDICA
5.- SOLICITANTE : JAMIL KEVIN CASTILLEJO CAPCHA
6.- PRODUCTO : Agua Residual

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000002397-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-05-17

III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 3
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-05-09
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-05-09 al 2024-05-17


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11854

N° Id.: 0000111517

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPOES	EPA Method 200.7 Rev. 4.4. 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: BI, U, S), 2021.	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chelica N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

Provincia de Zarumilla Mz. D2
Ll. S. Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 9236
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP. SIEGUR Mz. E.L. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 018 643
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Mercedes Mz. G.L. 17,
Castillo - Piura
Telf.: (+073) 542 336
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A.L. 29,
Alto Selvaery - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0036
Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11854

N° Id.: 0000111517

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-33370	M-24-33371	M-24-33372	
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	R321	R521	R721	
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)	E:0274268 N:8691875	E:0274268 N:8691875	E:0274268 N:8691875	
PRODUCTO ^(A)	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
SUB PRODUCTO ^(A)	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	09-05-2024 14:28	09-05-2024 14:28	09-05-2024 14:28	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales ICPOES				
Piomo (Pb)	mg/L	0,002	0,006	1,695 0,747 0,133

^(A) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

^(B) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalcas N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 717 5802
 Cel.: 977 515 128

SEDE ZARUMILLA

 Prolongación Zarumilla Mz. D2
 Lt. 3, Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0536
 Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

 COOP SIDOSUR Mz. E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 010 843
 Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 336
 Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

 Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
 Alto Selaverry - Trujillo
 Telf.: (+01) 713 0036
 Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11840

N° Id.: 0000111503

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

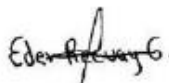
1.- RAZON SOCIAL	: CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
2.- DIRECCIÓN	: NUEVA JERUSALEN MZ M LOTE 16 - CARABAYLLO - LIMA
3.- PROYECTO	: DETERMINACION DE PLOMO (PB)
4.- PROCEDENCIA	: LIMA
5.- SOLICITANTE	: CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
6.- PRODUCTO	: Material Vegetal

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002394-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-05-14

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-05-09
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Conservacion de la cadena de frío (<= 8°C) / Preservada.
6.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-05-09 al 2024-05-14



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág.1 de 3

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPOES	EPA Method 200.3 Rev.1.0 1991 / EPA Method 200.7	Sample preparation procedure for spectrochemical determination of total recoverable elements in biological tissues / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry	IAS TL-833 CHALACA
Preparación Muestras Vegetales	Handbook of Methods for Plant Analysis, Item 3	Preparación de Muestras Vegetales	SIN Acreditacion

*EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca N° 1077,
 Bolsonista - Callao
 Telf.: (+01) 717 5802
 Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA

 Probingación Zarumilla Mz. D2
 Lt. 3, Bolsonista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0036
 Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

 COOP SICSUR Mz. E Lt. 9,
 Ansoaris
 Telf.: (+054) 016 843
 Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Casilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 336
 Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

 Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
 Alto Solonery - Trujillo
 Telf.: (+01) 713 0036
 Cel.: 961 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11840

N° Id.: 0000111503

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-33311
FUNDO/LOTE/PARCELA/COORDENADAS				HUMEDAL ARTIFICIAL 03 CON 7 PLANTAS (RAIZ)
DESCRIPCIÓN ^(*)				MUESTRA VEGETAL ECLIPTA PROSTRATA (L.J.)
TIPO DE PRODUCTO ^(**)				Raiz
SUB TIPO PRODUCTO ^(**)				Otros
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				09-05-2024 14:30
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				09-05-2024
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Preparación Muestras Vegetales (**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Metales Totales ICPOES				
Piomo [‡]	mg/Kg	1,00	3,00	1 139,25

(*) El Ensayo Indicado no ha sido acreditado

‡ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.3 de 3

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 516 129

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2
Lt. 3, Belarista - Callao
Telf.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA

COOP SIDOSUR Mz. E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 016 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 942 336
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO

Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29,
Alto Selaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 951 768 828

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11841

N° Id.: 0000111504

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
2.- DIRECCIÓN : NUEVA JERUSALEN MZ M LOTE 16 - CARABAYLLO - LIMA
3.- PROYECTO : DETERMINACION DE PLOMO (PB)
4.- PROCEDENCIA : LIMA
5.- SOLICITANTE : CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
6.- PRODUCTO : Material Vegetal

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000002394-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-05-14

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS : 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-05-09
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservacion de la cadena de frío (<= 8°C) / Preservada.
6.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-05-09 al 2024-05-14



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 3

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPOES	EPA Method 200.3 Rev.1.0 1991 / EPA Method 200.7	Sample preparation procedure for spectrochemical determination of total recoverable elements in biological tissues / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry	IAS TL-633 CHALACA
Preparación Muestras Vegetales	Handbook of Methods for Plant Analysis, Item 3	Preparación de Muestras Vegetales	SIN ACREDITACION

EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11841

N° Id.: 0000111504

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-33312
FUNDO/LOTE/PARCELA/COORDENADAS				HUMEDAL ARTIFICIAL 03 CON 7 PLANTAS (TALLO)
DESCRIPCIÓN ^(*)				MUESTRA VEGETAL ECLIPTA PROSTRATA (L.)
TIPO DE PRODUCTO ^(*)				Tallo
SUB TIPO PRODUCTO ^(*)				Otros
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(*)				09-05-2024 14:30
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(*)				09-05-2024
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Preparación Muestras Vegetales (**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Metales Totales ICPOES				
Piomo ²	mg/Kg	1,00	3,00	190,32

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"- Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"- Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

^(*)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-11843

N° Id.: 0000111506

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
2.- DIRECCIÓN : NUEVA JERUSALEN MZ M LOTE 16 - CARABAYLLO - LIMA
3.- PROYECTO : DETERMINACION DE PLOMO (PB)
4.- PROCEDENCIA : LIMA
5.- SOLICITANTE : CASTILLEJO CAPCHA JAMIL KEVIN
6.- PRODUCTO : Material Vegetal

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000002394-2024-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-05-14

III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS : 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-05-09
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservacion de la cadena de frio (<= 0°C) / Preservada.
6.- PERÍODO DE ENSAYO : 2024-05-09 al 2024-05-14

Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. 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. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 3

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Metales Totales ICPOES	EPA Method 200.3 Rev.1.0 1991 / EPA Method 200.7	Sample preparation procedure for spectrochemical determination of total recoverable elements in biological tissues / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry	IAS TL-833 CHALACA
Preparación Muestras Vegetales	Handbook of Methods for Plant Analysis, Item 3	Preparación de Muestras Vegetales	SIN ACREDITACION

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-33317
FUNDO/LOTE/PARCELA/COORDENADAS				HUMEDAL ARTIFICIAL 03 CON 7 PLANTAS (HOJA)
DESCRIPCIÓN ^(*)				MUESTRA VEGETAL ECLIPTA PROSTRATA (L.)
TIPO DE PRODUCTO ^(**)				Hojas
SUB TIPO PRODUCTO ^(**)				Otros
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				09-05-2024 14:30
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				09-05-2024
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Preparación Muestras Vegetales (**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Metales Totales ICPOES				
Piomo ²	mg/kg	1,00	3,00	144,05

(*) El Ensayo Indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solidante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 6. Constancia del estudio taxonómico de la planta.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA N° 070-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Jamil Kevin Castillejo Capcha**, estudiante de Universidad César Vallejo ha sido estudiada y clasificada como: *Eclipta prostrata* (L.) L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Asterales Link

FAMILIA : Asteraceae Bercht. & J. Presl

GÉNERO : *Eclipta* L.

ESPECIE : *Eclipta prostrata* (L.) L.

Nombre vulgar: “Margarita falsa”

Procedencia: Orillas de una acequia - Tres Ruedas, Puente Piedra

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 01 de abril de 2024

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo 7. Evidencias fotográficas.

Fase 1. Diseño de los humedales artificiales.



Figura 18: Diseño de los humedales artificiales.

Fase 2. Recolección de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.



Figura 19: Recolección de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.

Fase 3. Adaptación de las plantas.



Figura 20: Adaptación de la planta *Eclipta prostrata* (L.) L.

Fase 4. Toma de muestra iniciales para los parámetros fisicoquímicos del agua.



Figura 21: Toma de muestra iniciales para los parámetros fisicoquímicos del agua.

Fase 5. Recolección de la muestra de agua para ser tratada.



Figura 22: Recolección de la muestra de agua para ser tratada.

Fase 6. Medición de las plantas.

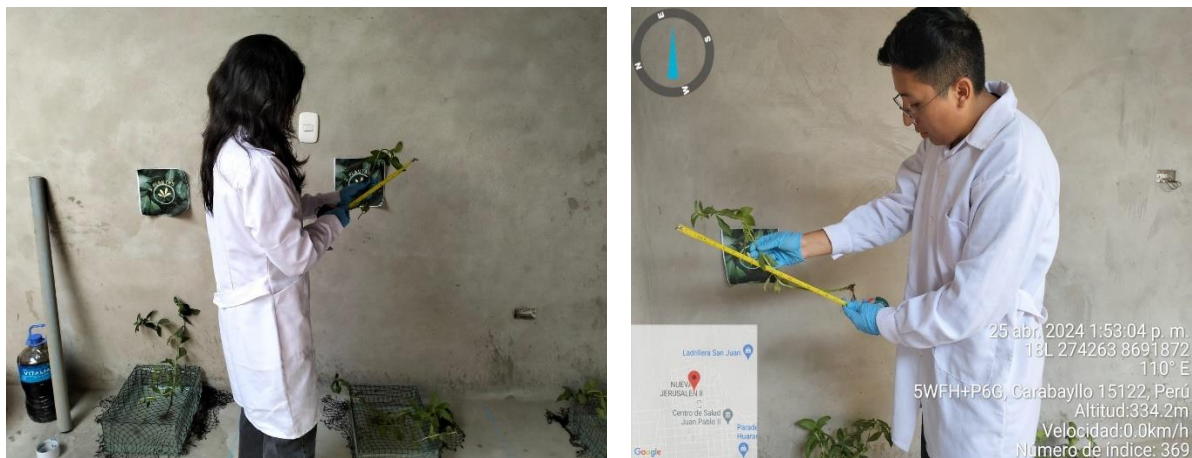


Figura 23: Medición de las plantas, antes y después del tratamiento.

Fase 7. Implementación de las plantas en los humedales artificiales.



Figura 24: Implementación de las plantas en los humedales artificiales.

Fase 8. Recolección de la muestra de agua tratada.



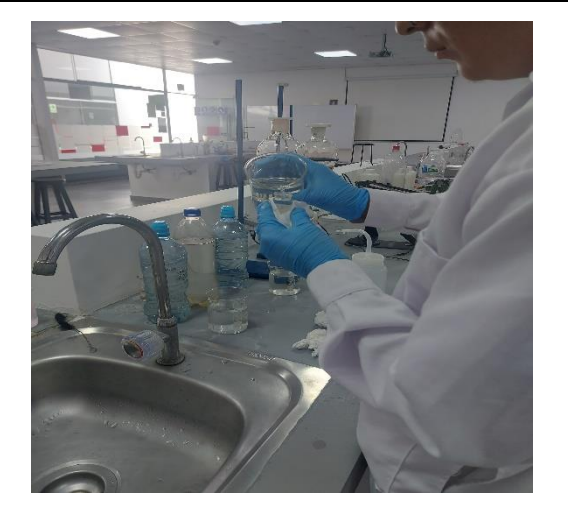
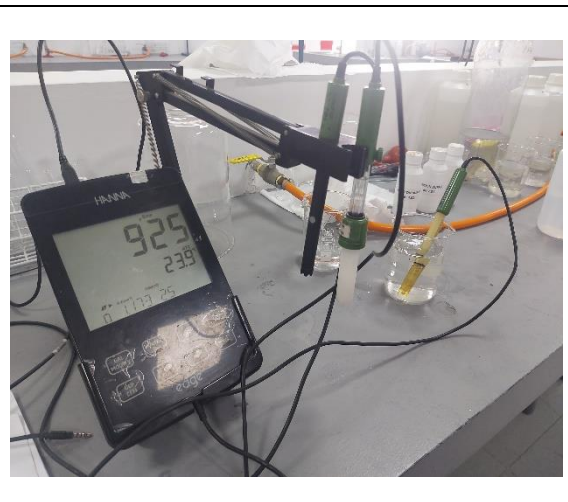
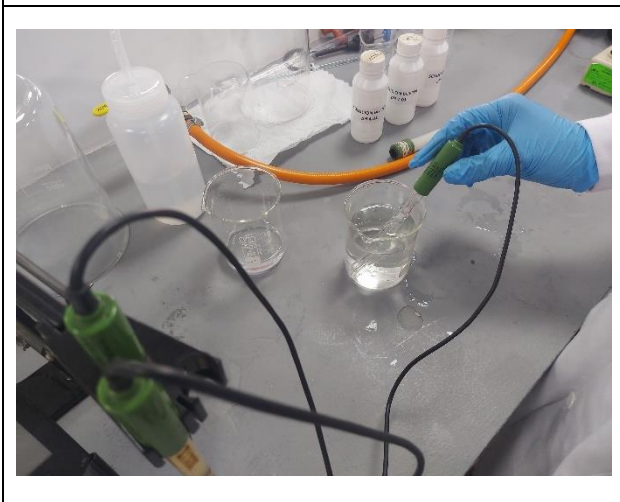
Figura 25: Implementación de las plantas en los humedales artificiales.

Fase 9. Recolección de la planta para su análisis de plomo en sus tejidos.



Figura 26: Recolección de la planta para su análisis de plomo en sus tejidos.

Fase 10. Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua.



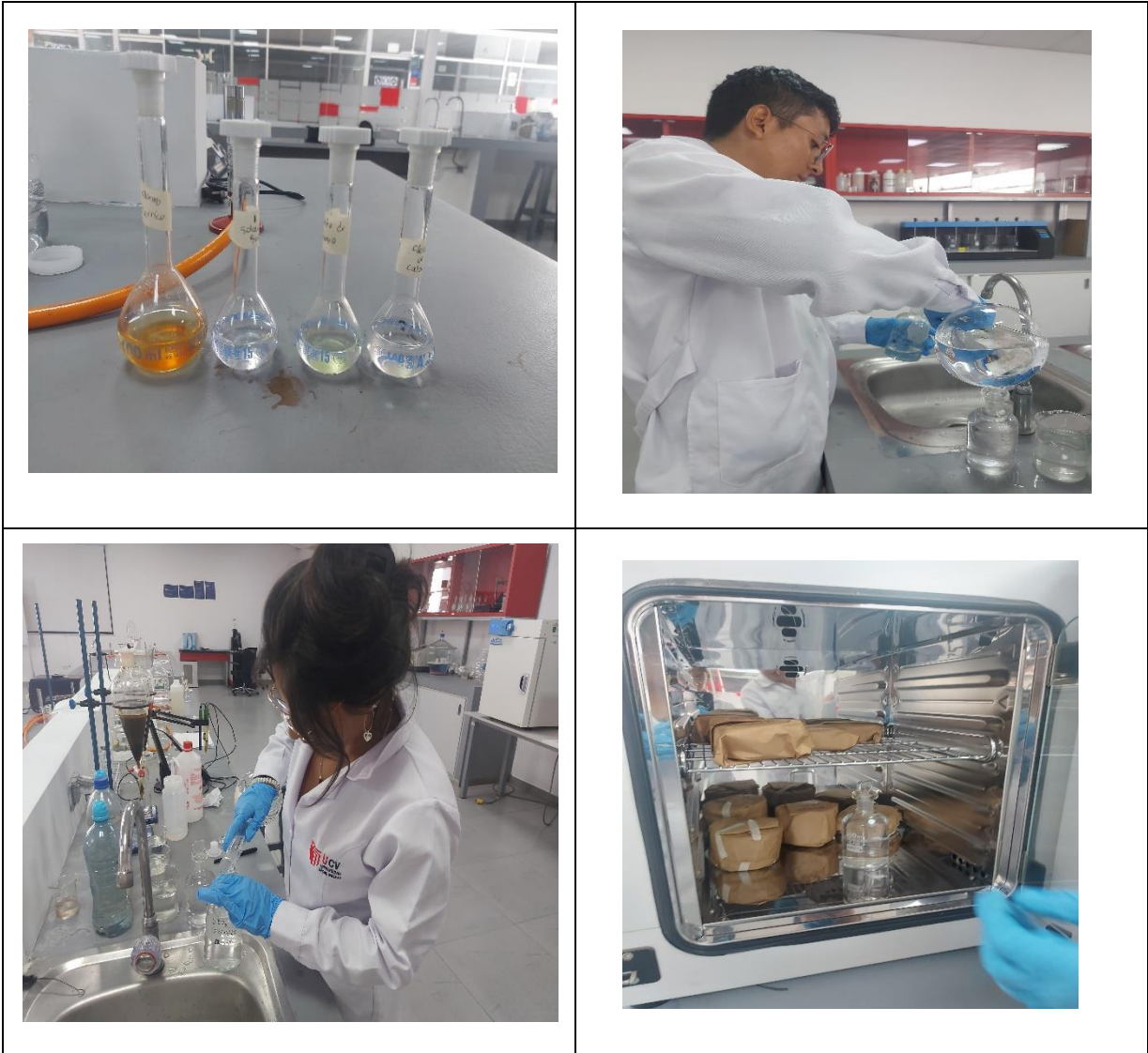


Figura 27: Análisis de los parámetros fisicoquímicos.

Índice de similitud de Turnitin - Reporte Trilce

Feedback Studio - Google Chrome
 feedback studio DAMARIS CESIA COLAN GAMBOA | Fitoremediación utilizando Eclopta prostrata (L.) L. para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en P... /100 2 de 11

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Fitoremediación utilizando Eclopta prostrata (L.) L. para la remoción de plomo (Pb) en las aguas de la acequia Tres Ruedas en Puente Piedra, Lima 2024.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 Ingeniería Ambiental

AUTORES:
 Castiello Cagha, Jariel Kevin (orcid.org/0000-0002-1200-4845)
 Colan Gamboa, Damaris Cesia (orcid.org/0000-0003-1187-8203)

ASesor:
 Mg. Blalvin Ariza, "Jonathan Velez" (orcid.org/0000-0002-2696-9293)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
 Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA NORTE — PERÚ
 2024

Resumen de coincidencias

13 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés

#	Fuentes de Internet	%
1	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
2	hdl.handle.net	2 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante	1 %
4	repositorio.uta.edu.ec	<1 %
5	ambiental.unam.mx	<1 %
6	periodicos.ufmg.br	<1 %
7	ing1004.ing.uc.cl	<1 %
8	www.coursahero.com	<1 %
9	pubmed.ncbi.nlm.nih.g...	<1 %
10	es.scribd.com	<1 %
11	www.sul.gov.co	<1 %

Página: 1 de 56 Número de palabras: 16194 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 11:36 26/07/2024