



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Eficiencia de Fitorremediación por *Chrysopogon zizanioides* y
Eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas grises
domésticas en Cantoral, Ica 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

García Callaye, Estefany Fiorella (orcid.org/0000-0003-1147-2428)
Sanchez Romero, Diana Stephanie (orcid.org/0000-0002-9744-995X)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (orcid.org/0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicamos nuestro proyecto de investigación a Dios y a nuestros padres. A Dios que está siempre con nosotras en cada momento dándonos fuerza y guiándonos, a nuestros padres quienes siempre han velado por nuestra salud y educación, apoyándonos incondicionalmente, para afrontar los retos que se puedan presentar sin dudar de nuestras capacidades.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos estar con un día más de vida y tener buena salud para seguir nuestras metas. A nuestros padres que siempre nos están guiando y por habernos enseñado a no rendirnos y a salir adelante. A nuestro asesor por habernos orientado con sus conocimientos y así lograr concluir nuestro proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1.	Categoría 3 de Riego de vegetales y bebidas de animales.....	18
Tabla 2.	Categoría 3 de Riego de vegetales y bebidas de animales.....	19
Tabla 3.	Análisis de conductividad en la etapa inicial.....	21
Tabla 4.	Análisis de Coliformes totales en la etapa Inicial.....	21
Tabla 5.	Análisis de conductividad en la etapa final	21
Tabla 6.	Análisis de coliformes totales en la etapa final	21
Tabla 7.	Comparación de los parámetros analizados	28
Tabla 8.	Comentarios de los Parámetros analizados.....	28
Tabla 9.	Resultados de las muestras analizadas	29
Tabla 10.	Comparación del parámetro pH con el D.S. 004- 2017-MINAM.....	30
Tabla 11.	Resultados de las muestras analizadas en laboratorio.....	30
Tabla 12.	Comparación del parámetro conductividad con el D.S. 004-2017- MINAM.....	31
Tabla 13.	Resultados analizados en laboratorio	31
Tabla 14.	Comparación del parámetro Coliforme Totales con el D.S.015-2015- MINAM.....	32

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Taxonomía de Vetiver Grass	6
Figura 2. Proceso para el tratamiento con especies macrófitos.....	7
Figura 3. Taxonomía de Jacinto de Agua.....	9
Figura 4. Área de estudio Cantoral – Santiago.....	13
Figura 5. Área identificada para estudio	14
Figura 6. Recolección de las aguas grises domésticas... ..	14
Figura 7. Recolección de la primera muestra a analizar.....	15
Figura 8. Rotulo de las muestras para ser enviadas al laboratorio	15
Figura 9. Selección de <i>Eichhornia crassipes</i>	16
Figura 10. Selección de Vetiver Grass.....	16
Figura 11. Panel fotográfico de proceso de elaboración de humedales artificiales... ..	17
Figura 12. Indicador de Ph (Pre tratamiento)	20
Figura 13. Indicador de Ph (Post tratamiento).....	20
Figura 14. Etapa de adaptación de las especies.....	21
Figura 15. Etapa de desarrollo de las especies	22
Figura 16. Resultados pre y post tratamiento.....	29
Figura 17. Resultados en el pre y post tratamiento.....	30
Figura 18. Resultados en el pre y post tratamiento.....	32

RESUMEN

En la última década se ha acentuado la indagación de novedades en cuanto a la depuración de aguas grises domésticas. Por tal motivo se viene buscando distintas alternativas usando plantas acuáticas.

Teniendo como objetivo en cuanto al proyecto identificar el nivel de depuración de aguas grises domésticas usando humedales artificiales a escala piloto con de las especies *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes*. Además de presentar también una solución para el darle un segundo uso y mejorar su aprovechamiento.

La metodología de las pruebas consistía en que el agua gris fue depositada en dos estanques de vidrio con arena, grava y las especies *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes* en un periodo de tiempo de veinte días que duro la investigación. Para puntualizar la eficacia de las plantas acuáticas se observó y examino los parámetros químicos, físico y microbiológicos del agua gris pre y post tratamiento.

Palabra clave: Humedal artificial, aguas grises, eficiencia, plantas acuáticas, tratamiento.

ABSTRACT

In recent years, the search for new alternatives for the purification of domestic gray water has increased. For this reason, different alternatives have been sought using aquatic plants.

The objective of this project is to determine the level of purification of domestic greywater using artificial wetlands on a pilot scale with the species *Chrysopogon zizanioides* and *Eichhornia crassipes*. In addition to also presenting a solution to give it a second use and improve its use.

The methodology of the tests consisted in that the gray water was previously treated with a filter to trap the existing solid residues, it was deposited in two glass tanks with sand, gravel and the species *Chrysopogon zizanioides* and *Eichhornia crassipes* in a period of time of thirty days that the investigation lasted. To determine the removal efficiency of the aquatic plants, the concentration of the chemical, physical and microbiological parameters of the pre- and post-treatment gray water was analyzed.

Keyword: Artificial wetland, gray water, efficiency, aquatic plants, treatment.

I.INTRODUCCIÓN

Un componente fundamental para la existencia es el agua, ya que sin ella los seres no podrían sobrevivir.

En el planeta tierra contamos con un 70% de ese componente, sin embargo, el 97% es agua salada y sólo el 2,5% es agua dulce (90% se encuentra en el Polo Sur, 0.01% en ríos y lagos y 0.5% subterránea o acuíferos).

El general el agua la utilizamos para la comida, bebidas, bañarnos e incluso para la agricultura, riego de plantas, etc. siendo mucho más limitada. No toda el agua dulce puede ser utilizada sin algún peligro existente ya que puede presentar sustancias contaminadas.

Cada año el porcentaje (0.0007%) de agua potable presente en el planeta va disminuyendo debido a la contaminación y el consumo desmedido de ella. (Montesinos, 2022, p. 1)

Para el año 2050 la demanda de agua se incrementará en un 50%, debido a su uso agrícola esto se debe a que la producción de alimentos y otro producto aumentará a 69% para el año 2035 por el crecimiento demográfico.

Según el Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021, el Valor del Agua en la actualidad existe más de 2 millones de personas que se encuentran viviendo en zonas de estrés hídrico, mundialmente el 45% de las personas no cuentan con instalaciones sanitarias y para el año 2030 se enfrentará un déficit de agua del 40%.

Conforme la humanidad continuó con su desarrollo, las descargas de efluentes ya sean domesticas e industriales generaron una contaminación progresiva y estas fuentes de muchas epidemias, debido a ello el hombre empezó a poner en práctica tratamientos para el agua. (Sierra Rodríguez, 2021, p. 2)

Es así que para el proceso de fitorremediación de aguas grises se reutilizó el agua proveniente del lavamanos, ducha, bañeras transformándola en agua no potable, siendo reutilizadas para la limpieza de exteriores, riego de jardín y cultivo. (Aqua, 2021, p. 1)

Una opción que pueda generar un aprovechamiento económico y del recurso hídrico es la reutilización, principalmente en zonas que sufren de escases de agua siendo está limitada sin importar el nivel socio económico de la comunidad.

Algunos de los países a nivel global como: Estados Unidos, Australia, Japón, Reino Unido, Francia entre otros, fueron los primeros en reutilizar este componente. América Latina y el Caribe presentan un ecosistema variado con una amplia diversidad climática, siendo desigual con respecto a superficies terrestres y recursos hídricos. (Antonio Diaz, et al., 2021, p. 2)

Es en esta región donde se presente un estrés hídrico generando conflictos entre los diversos sectores (agricultura, minería, hidroeléctrica, agua potable y saneamiento) que continuamente se encuentran en competencia. Muchos de los países de esta región no han tomado la suficiente importancia a este recurso ni han creado alguna ley que permita sancionar al sector que presente contaminación o sobreexplotación del recurso hídrico.

En la región árabe es una de las pocas que valora el agua, ya que el 85% de su población carece de ella.

En cuanto a Perú según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) indicó que se utiliza para el sector agrícola el 80% de agua (30% se distribuye de manera correcta), esto se debe a que se cultivan productos en zonas donde existe escases de agua solo el 10% se destina a las viviendas. En Lima se consume 250 litros de agua al día por cada persona, siendo la cifra indicada 75-120 litros por personas, debido a ello el jefe de ANA indicó una alternativa de incremento de pago por el servicio de agua tomando como ejemplo a las agroexportadoras debido a que el pago de ellas es mayor y por ello cuidan el recurso mediante su sistema de riego. (De la Torre, 2017,p. 1)

En una reciente publicación se estima que Perú es uno de los países con mayor proporción hídrica, sin embargo, este recurso presenta una división desigual. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el promedio de volumen anual hídrico en el país es de 1 768172 millones de metros cúbicos, lo que indicaría que no se presenta en el Perú problema alguno en cuanto al abastecimiento de este componente.

Las aguas grises que se generan en los hogares son eliminadas de forma inapropiada ocasionando alguna variante en sus características físico- químicas de los cuerpos receptores, debido a las actividades ejecutadas por los mismos ciudadanos, ya sea por la ausencia de conocimiento en temas de desarrollo e

implementación para un tratamiento adecuado.

Debido a esta incógnita el estudio se dirigió en la eficiencia fitorremediadora para la reducción de concentraciones de los parámetros físico, químico y microbiológico, en la cual se implementó humedales artificiales, sembrado con las siguientes especies: Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la comunidad de Cantoral, provincia de Ica.

Luego de analizar la realidad problemática llegamos a la formulación del problema: ¿Cuál es el nivel de depuración de las aguas grises domésticas en Cantoral usando humedales artificiales con *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes*?, por consiguiente se acompañó de los siguientes problemas específicos: ¿Cuál será la eficacia química de *Chrysopogon zizanioides* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022?, además ¿Cuál será la eficacia física de *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022?, finalmente ¿De qué manera la aplicación de humedales artificiales usando *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes* influirá microbiológicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022?

En cuanto a la justificación del presente estudio se enfocó en cuatro ámbitos importante: la justificación teórica se basó en el estudio de la fitorremediación de aguas grises, debido a que es probable su aceptación a estudios, para que la información obtenida pueda ayudar mediante el uso de dos especies que no han sido trabajadas simultáneamente, así mejorara los posibles estudios a futuro. Así mismo en la justificación metodológica se buscó la creación de una nueva forma de estudio pequeña escala (humedal artificial), que ayudara en la recolección de nuevos datos respecto al tema.

La justificación práctica de la investigación se realizó mediante trabajo de campo situada en la comunidad de Cantoral, siendo conveniente ya que esta ayudara a mejorar la calidad de las aguas grises domésticas implementando humedales artificiales, utilizando materiales como recolección de muestras que se analizaron en el laboratorio.

Su relevancia social es muy importante, ya que mediante la aplicación de la fitorremediación a pequeña escala se busca que esta sea factible económicamente para que los pobladores de bajos recursos tengan las posibilidades de contar con un sistema que los ayude y beneficie directamente.

Habiéndose observado que en las viviendas de la comunidad de Cantoral utilizan

grandes cantidades de agua para riego fue motivo para investigar el proceso de fitorremediación, teniendo como objetivo general Determinar el nivel de depuración de aguas grises domésticas en Cantoral usando humedales artificiales con *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes* 2022.

Así mismo se propone los siguientes objetivos específicos: Determinar la eficacia química de *Chrysopogon zizanioides* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022; Determinar la eficacia física de *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022; Demostrar que la aplicación de humedales artificiales usando *Chrysopogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes* influirá microbiológicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Desde la perspectiva nacional se optaron por las siguientes investigaciones como antecedentes para dicho proyecto.

En cuanto a las investigaciones obtenidas para la fitorremediación con Vertiver Grass y Jacinto de Agua, estas han conseguido un amplio avance científico (Tzhoecon, 2018, p.13), mediante el cual se usaron humedales artificiales, realizando el tratamiento con la especie Vetiver Grass para aguas residuales domésticas. La muestra utilizada para esta investigación se realizó en Santa Rosa Bajo, dentro del distrito de Chota; no obstante y como parte del seguimiento e indagación de los parámetros agua, se evaluó bajo el protocolo presentado por el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento D.S. N° 003 – 2010, según lo establecido en el procedimiento de la investigación cada diez días a lo largo de dos meses se realizó el indagación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para la muestra se tomó la entrada y salida del humedal. Al finalizar el tratamiento se tuvo el resultado mostrado a continuación: con un porcentaje menor el DQO 72%,le sigue el DBO5 83%, en cuanto a Aceites y grasas de 88%, con solidos totales suspendidos del 95%, y con los mayores porcentajes al 99% de turbidez y coliformes termotolerantes indicando que, los resultados obtenidos muestran valores por debajo de lo establecido según los Límites Máximos Permitidos para verter a l componente agua. (Vargas Rubio, 2021, p. 8) Opto por evaluar la eficiencia de la fitorremediación según la especie Vetiver Grass, para la mejora de aguas grises de un hogar de la urbanización “El Condor” (Callao), a través de un humedal artificial. En esta investigación se realizó de tipo aplicada, con un diseño experimental y presentando un nivel explicativo

En este sentido, para la mejora de aguas grises se desarrolló a través de un humedal artificial de flujo de vertical (HAFV), en un tiempo total de 13 días, con la especie Vetiver Grass. Al término del estudio los resultados obtenidos con el mayor porcentaje de remoción al 99.9% para detergentes, continuando con el 99.4% de turbidez, al 99.3% en cuanto a solidos suspendidos totales, 98% a Demando química de oxígeno y 97% demanda bioquímica de oxígeno.

Para finalizar, se identificó que es un método eficaz para la remoción de contaminantes, y al comparar con los Estándares de Calidad de Agua, estos valores se muestras por debajo de lo establecido.

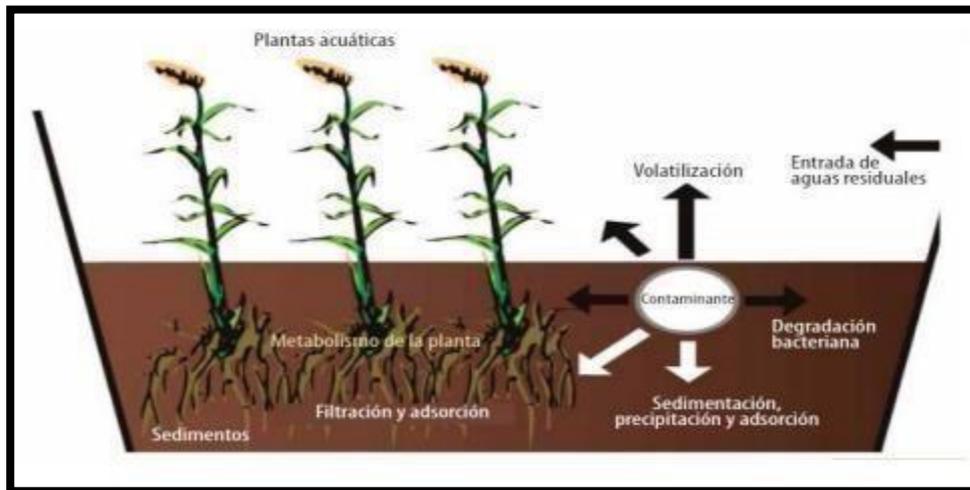
Figura 1. Taxonomía de Vetiver Grass

Vertiver Grass	
Especie: Crhysopogon zizanioides (L.) Roberty	
Reino: Plantae	
División: Magnoliophyta	
Clase: Lilopsida	
Orden: Poales	
Familia: Poaceace	
Género: Crhysopogon	
Hábitat: Regiones tropicales	
Origen: India	

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

(Araujo et al., 2019, p. 11) opto por realizar una indagación para estimar la eficacia de la especie *Eichhornia Crassipes* para la mejora de aguas domesticas en Charhuayacu, Moyobamba. En su investigación explica que empleo la metodología de tipo aplicada, con un diseño de nivel pre experimental. Seguidamente realizo un recorrido por el lugar para ubicar el punto específico para la toma de muestras, siendo el área evaluada el cruce del Jr. Charhuayacu y Jr. Miraflores. Para llevar a cabo la investigación se utilizaron 3 tanques para su tratamiento, distribuidos de la siguiente manera: T1, tratamiento con 10 atado de *Eichhornia Crassipes*, posteriormente el T2, utilizado para el tratamiento con 20 atados de jacinto de agua y por último el T3, para el tratamiento con 30 atados de *Eichhornia Crassipes*; se recolecto un total de 450 litros de agua proveniente del domicilio, posteriormente se realizó la toma de muestras para ser analizada antes de ser tratada, estas fueron analizadas y evaluadas según los parámetros establecidos determinando y obteniendo como resultado en porcentaje garantizando la eficiencia de la especie utilizada, estas fueron evaluadas con los parámetros establecidos y finalmente evidenciaron la eficacia de esta esta especie en estas aguas, realizando un remoción de los contaminantes.

Figura 2. Proceso para el tratamiento con especies macrófitos



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

(Bustamante Dávila et al., 2019, p. 8) en su investigación evaluó la eficacia en cuanto a la eliminación de sustancias presentes en la muestra, con la ayuda de las especies *Typha sp* y *Chrysopogon zizanioides*, obtuvieron la muestra de agua residual del distrito Saposoa. La evaluación de los parámetros que se mencionan en las siguientes líneas y forman parte de la variable dependiente son: pH, sólidos suspendidos totales, DBO, temperatura, aceites y grasas por último DQO.

La evaluación de ellos se realizó, en un tiempo de 44 y 51 días, de iniciada el proyecto. El contraste de los resultados se hizo con la D.S. 003-2010-MINAM, a los 44 días se evaluó el parámetro de Aceites y Grasas, donde hubo un aumento para la especie *Typha sp*, sin embargo, la otra especie no presentó cambio alguno. A los días siguientes ambas especies presentaron disminución en la concentración de aceites y grasas del agua residual, de igual manera fueron eficaces en la extracción DBO con la especie *Thypha sp* del 78% y 89 % con la especie Vetiver. Por otro lado, la DQO obtuvo un resultado del 78% con *Thypha sp* 90% con vetiver. De manera que, la eficacia de extracción de SST con *Thypha sp* fue 89% y con Vetiver fue 94%. Hubo un promedio de extracción de aceites y grasas para la especie *Thypha sp* con un resultado de 81%, sin embargo, con la especie vetiver el resultado fue de 76%. Con la especie *Thypha sp* la temperatura fue de 29°C y el pH fue 7.0, transcurridos los 51 días. En cuanto a la especie vetiver dio como resultado una temperatura de 29°C y el pH del 6.8.

(Concepción Muñoz et al., 2019, p. 11) en su trabajo de estudio tuvo como objetivo el de mejorar las aguas del Río Chillón, analizando la disminución de Fe, Ni y Cu

con dos especies macrófitos *Eichornia Crassipes* e *Silvinia spp* y utilizar dichas aguas después del tratamiento para el riego de cosechas en Ventanilla. Los resultados obtenidos después de un mes de estudio donde se evaluaron los parámetros de C.E, T°, DBO Y pH la especie *Eichornia Crassipes* mostró mayor eficacia con un porcentaje de remoción 87.4%.

(Nuñez Alberca, 2021, p. 11) en su tesis determinó cuando eficaz era la especie *Eichornia Crassipes*, desarrollando una investigación donde empezó con la construcción de 02 recipientes (pesceras) la cual estaría dividida con 0 litros de agua cada una, en el primer recipiente se incorporaron 12 especies de *Eichornia crassipes* y en el segundo recipiente pusieron 06 especies de la misma planta. El estudio se realizó por 40 días obteniendo resultados dentro los LMP establecidos en el ECA.

(Campoverde Cadillo, 2017, p. 7) en su trabajo de estudio indica que el sistema implementado para la fitorremediación con especie macrófitas es una alternativa sustentable y muy eficiente especialmente en la remoción de contaminantes orgánicos, físicos y químicos. Debido a estudios ya realizados se puede apreciar la eficacia de la especie *Crhysopogon Zizanioides* demostrando mucha tolerancia a condiciones extremas, si bien las investigaciones con especie macrófitos siguen en constante evaluación se desea seguir demostrando cuan beneficiosas son este tipo de estudio ya que en Latinoamérica el agua no aprovechada de manera apropiada y se encuentran en una reducción de ella cada año.

En el ámbito internacional (Robalino Camacho, 2020, p. 1) en su investigación nos comenta que la contaminación del recurso hídrico es un dilema de sumo interés que ocasiona se pierda el uso de ella y sus componentes varíen, es ahí donde brota el interés de ajustar ciertos rangos para los lineamientos modificados. La elaboración de la evaluación fue el de establecer como influye un método de fitorremediación a través del uso de la planta *Eichornia crassipes* en la reducción de los parámetros físico-químicos en la planta municipal de Pita para la mejora de la agua residual en la provincia Bolívar, año 2020. La metodología fue cuaxiesperimental y experimental. Al comienzo del ensayo las especies se multiplicaron naturalmente obteniendo consiguiendo las necesarias para que después sean llevadas a la planta, el recojo de muestras requeridas se hicieron en 3 lugares, se tomó muestra 10 días posteriores de sumergida la especie Jacintode agua en la planta municipal. Se obtuvieron como resultado que la planta Jacinto de agua tiene la facultad de asentar los parámetros más característicos DQO y DBO, sin embargo, en los parámetros conductividad eléctrica, sólidos totales, nitritos, pH y

sólidos totales no mostraron alguna variación notable debido al clima (lluvia) un factor externo.

Figura 3. Taxonomía de Jacinto de Agua

Jacinto de Agua	
Especie: Eichornia Crassipes (Mart.) Solms	
Reino: Plantae	
División: Magnoliophyta	
Clase: Lilopsida	
Orden: Commelinales	
Familia: Pontederiaceae	
Género: Eichornia	
Hábitat: Regiones tropicales	
Origen: Sudamérica	

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

En Colombia, (Jiménez Rodríguez, 2021, p. 3) en su investigación nos comentó que su país es un potencial de riqueza en abundancia hídrica a nivel internacional, no obstante, ha obtenido un incremento de contaminación de este recurso, ocasionando una dificultad ambiental de gran tamaño a nivel nacional. El limitado conocimiento y falta de enseñanza ambiental ha superado a los habitantes colombianos a existir en el consumismo, evidenciando una apatía por el medio ambiente y recursos naturales. La ejecución y adquisición descomunal de artículos, ha causado gran cantidad de residuos que en su colectividad acabaran contaminado los cuerpos de este recurso hídrico. El aumento de los habitantes a nivel nacional provoca grandes golpes en el medio ambiente, debido a las descargas industriales y domesticas aumentan. Las tareas agrícolas, contaminación de los ríos, deforestación, ocasionan la eutrofización dañando al agua, ecología y biodiversidad. Es por ello que emerge la obligación de evaluar las distintas respuestas a dicha dificultad, con el fin de estudiar su factibilidad para reducir el peso contaminante de los distintos cuerpos del recurso hídrico en Colombia.

Siendo así el objetivo del estudio es examinar los métodos presentes de fitorremediación y beneficio de la planta *Eichornia crassipes* a nivel mundial y su potencial ejecución en el medio ambiente local, debido a su comprobación del método de fitorremediación siendo positiva en las industrias, obteniendo como resultado un elevado porcentaje de disminución de fenoles y nitratos, en descarga domesticas recupera parámetros como DQO, pH, DBO, Coliformes totales y fecales,

SST, etc. (Mendoza et al., 2017, p. 1) en su artículo de investigación, estudiaron dos especies *Pistia Stratiotes* y *Eichornia Crassipes* con agua municipal. Se instalaron 06 recipientes de los cuales 05 de ellos contenían el agua con las especies y 01 era el control para verificar la mejora de ella, Según el estudio que ellos realizaron Dunnet mencionó que no se debía de presentar ningún cambio entre los tratamientos y el recipiente de control. Al finalizar el estudio observaron una mejora de los recipientes que tenían el 100% y 50% de la especie *Pistia Stratiotes*.

En Ecuador (Herrera Toapanta et al., 2019, p. 11), en su investigación, su objetivo fue el estudio de la especie *Crhysopogon Zizanioides* mediante una isla flotante la cual contaba también con 03 recipientes y 01 control, el trabajo se realizó en un periodo de cuatro meses analizando los parámetros Pb, No y Po, las muestras tomadas fueron de Cutuchi (río). Obteniendo como resultados un porcentaje de remoción para plomo del 99%, en segundo lugar, los nitratos con un porcentaje de 82% y por último los fosfatos con un porcentaje de 50%.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Esta investigación se caracteriza por ser de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, es decir se utilizó variables que ayudaron a obtener un resultado final con un beneficio a la sociedad, y de esta forma poder evidenciar la eficiencia de la fitorremediación.

Según (Robalino Camacho, 2020 p. 1) desarrollo un trabajo utilizando la metodología cuasiexperimental en el cual se utilizó la especie *Eichhornia crassipes*, donde se pudo observar la disminución en los parámetros físicos y químicos, siendo los más representativos el DBO y DQO, ya que, debido a temas externos como el clima, los otros indicadores del estudio como STD, nitritos, pH, conductividad eléctrica, no se observaron alguna mejora en ellos.

Sin embargo (Ayala Tocto et al., 2018, p. 48), implementaron un sistema de tratamiento con la misma especie y añadiendo a estas dos especies (*Nymphoides humboldtiana*, *Nasturtium officinale*), con la finalidad de obtener resultados favorables en la remoción de contaminantes, siendo estas dos últimas especies más eficientes para la disminución físico y microbiológica del agua en estudio, mientras que *Eichhornia crassipes* fue más eficaz en la reducción de indicadores químicos.

Como dice (Alvarado Chilcon, y otros, 2020 pág. 8) en su estudio sintetizo un informe para el uso de la especie *Eichhornia crassipes*, utilizando humedales artificiales para la mejora de aguas residuales.

El trabajo fue una revisión sistemática de los cuales asignaron las especies macrófitas ya que estas presentan características purificadoras adaptable a cualquier tipo de humedal artificial obteniendo una disminución en sus indicadores físicos y químicos, debido a que disponen de unas raíces capaces de eliminar microorganismos contaminantes.

Para (Gómez Pardo et al., 2017, p. 8) se utilizó la especie *Crysopogon zizanoides* como una opción en la reducción de contaminantes en las aguas derivadas de la industria, piscícola.

Se analizo un porcentaje del agua, derivada de los reservorios donde se crían la tilapia, cachama blanca y yamú, con la intención de reducir los contaminantes con la especie Vetiver Grass.

Se hizo un muestreo inicial y uno final analizando los indicadores pH., SDT, BDO,

fosforo, DQO, nitrógeno y oxígeno disuelto, hasta llegar a los límites establecidos en la Resolución 0631 de 2015

Diseño de investigación:

Así mismo el diseño de la investigación es de tipo pree-experimental porque siguió un procedimiento de toma de muestra en la etapa inicial, durante el tratamiento y post tratamiento.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable dependiente: Aguas grises domesticas

Variable independiente: Tratamiento de fitorremediación

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Se puede fijar población como una sociedad de individuos en el cual comparten características comunes, siendo estas de un régimen amplio para desarrollar un estudio.

Conforme a lo expuesto anteriormente, nuestra población de estudio estará conformada por dos familias, integradas por nueve personas, estas estarán ubicadas en la comunidad de Cantoral.

Criterios de inclusión:

- Aguas grises domesticas provenientes de las viviendas de Cantoral.
- Facilidad de ingreso al lugar para la toma de muestras.

Criterios de exclusión:

- Aguas que contengan residuos fecales.
- Familias no interesadas en el apoyo al proyecto.

Muestra:

Se manifiesta que la muestra es un fragmento representativo de una población, la muestra puede estar determinado por características similares.

De esta forma, se determinará la cantidad según la capacidad del humedal artificial.

Muestreo:

El muestreo es el estudio de la estructura para obtener un modelo y características representativas, garantizando que los resultados sean confiables.

En el presente trabajo se situará el método probabilístico, ya que se hará de forma aleatoria simple, obteniendo la misma probabilidad de ser seleccionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica es un procedimiento que consiste en reunir información en función a la investigación, siendo estas desarrolladas en nuestro trabajo de investigación a través de la observación de campo y análisis de monitoreo.

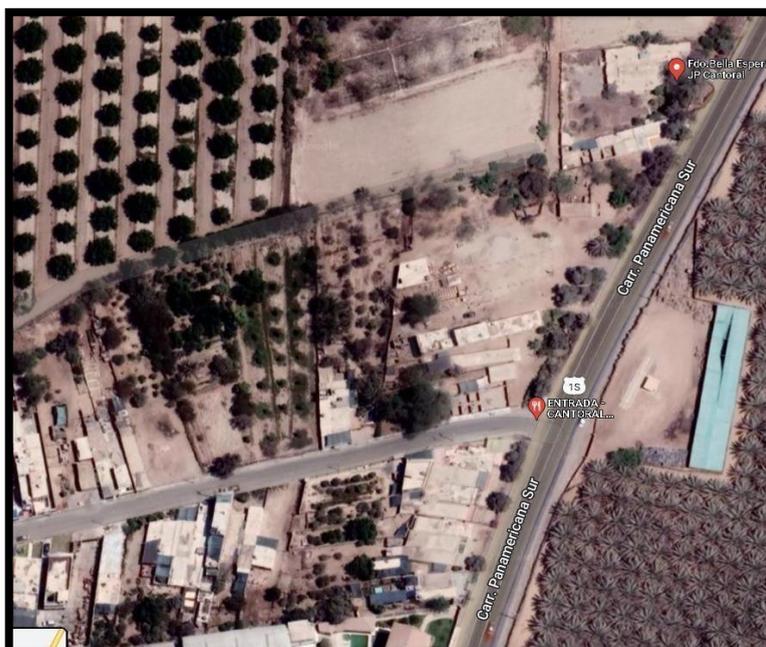
El instrumento es el recurso para identificar el funcionamiento del proyecto, ya que nuestra investigación será experimental, los instrumentos a utilizar será la guía de observación de campo y la matriz de consistencia

3.5. Procedimientos

Identificación de la zona:

Se realizó la identificación del lugar siendo este en la comunidad de Cantoral, distrito de Santiago, de donde se extrajo el agua gris para su posterior análisis.

Figura 4. Área de estudio Cantoral - Santiago



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 5. Área identificada para estudio



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Selección de la muestra:

El lugar de muestreo fue en la comunidad de Cantoral, siguiendo los protocolos establecidos para la toma de la muestra.

Figura 6. Recolección de las aguas grises domésticas



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Toma de muestra:

Las muestras de aguas gris domesticas serán almacenadas en un recipiente térmico con hielo, para su posterior traslado al laboratorio y así determinar su análisis inicial antes del tratamiento.

Figura 7. Recolección de la primera muestra a analizar



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 8. Rotulo de las muestras para ser enviadas al laboratorio



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Selección de *Chrysopogon zizanoides* y *Eichhornia crassipes*:

Las especies acuáticas fueron seleccionadas en base a sus particularidades físicas según su color y volumen de cada especie, posteriormente se le realizó una limpieza y traslado a los humedales artificiales en Cantoral para el tratamiento.

Figura 9. Selección de *Eichhornia crassipes*



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 10. Selección de *Vetiver Grass*

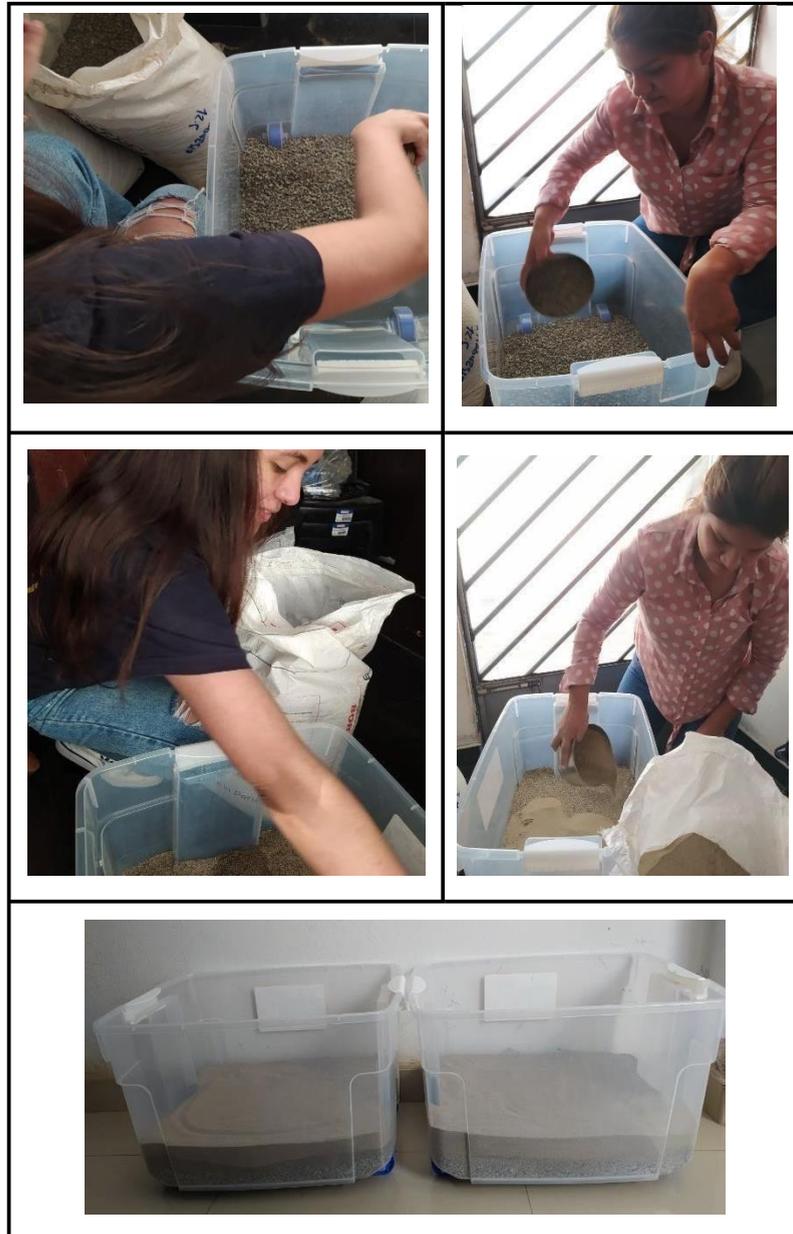


Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Tratamiento con las especies:

Las especies *Chrysopogon zizanoides* y *Eichhornia crassipes* fueron colocadas respectivamente en un recipiente con agua gris para así determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos removidos. Elaboración de los humedales artificiales

Figura 11. Panel fotográfico de proceso de elaboración de humedales artificiales



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Monitoreo final:

En esta etapa se recogieron las muestras de cada recipiente para su posterior análisis y así determinar la efectividad de cada especie acuática.

La primera muestra analizada fue en el día 1, siendo esta la etapa inicial del tratamiento, mientras que la segunda fue a los 15 días de la primera toma, de esta manera se evaluó a través de un cuadro comparativo las diferencias en las características físicas de cada especie que se observaron desde la etapa inicial y final.

Comparación de análisis:

Al tener todos los resultados de los análisis se determinó mediante un cuadro comparativo que el agua evaluada en el laboratorio antes durante y después de colocar las especies determinaran su efectividad en la disminución de los parámetros.

Tabla 1. Categoría 3 de Riego de vegetales y bebidas de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5	10	
Bicarbonatos	mg/L	518	**	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1	
Cloruros	mg/L	500	**	
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	
Conductividad	(μ S/cm)	2 500	5 000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5	
Fenoles	mg/L	0,002	0,01	
Fluoruros	mg/L	1	**	
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100	
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000	
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	

Fuente: D.S N° 004-2017-MINA

Tabla 2. Categoría 3 de Riego de vegetales y bebidas de animales

PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/l	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfán	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptaclo y heptaclo epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO:			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1 000	1 000
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	20	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

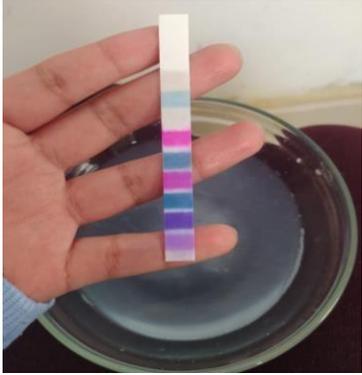
Fuente: D.S. N° 015-2015 MINAM ECA - AGUA

Los resultados fueron obtenidos del laboratorio ENVIROTEST acreditado por INACAL.

Se analizaron los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica, pH y Coliformes totales.

Pre tratamiento de las aguas grises del parámetro químico

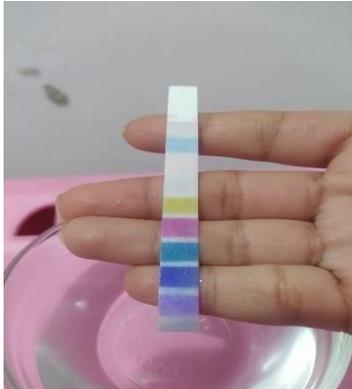
Figura 12. Indicador de Ph

pH de Aguas Grises domésticas pre	Medidor de pH
	

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Post tratamiento de las aguas grises químico

Figura 13. Indicador de Ph

pH de Vetiver Grass	Medidor de pH
	
pH de Jacinto de Agua	Medidor de pH
	

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Pre tratamiento de las aguas grises físico y microbiológico

Tabla 3. Análisis de conductividad en la etapa inicial

Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	
Laboratorio Físico Químico					
Conductividad	µmhos/cm	NA	0,10	1680,0	

Fuente: ENVIROTEST

Tabla 4. Análisis de Coliformes totales en la etapa Inicial

Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados	
Laboratorio Biológico				
Total Coliform (35±0.5°C)	NMP/100mL	1,8	3,5E+04	

Fuente: ENVIROTEST

Post tratamiento de las aguas grises físico y microbiológico

Tabla 5. Análisis de conductividad en la etapa final

Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	
Laboratorio Físico Químico					
Conductividad	µmhos/cm	NA	0,10	537,0	1045

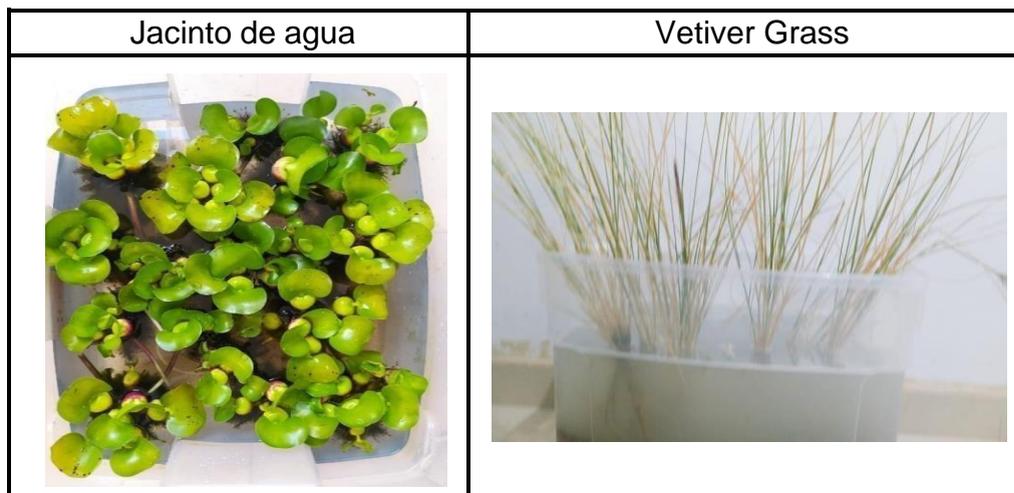
Fuente: ENVIROTEST

Tabla 6. Análisis de coliformes totales en la etapa final

Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados	
Laboratorio Biológico				
Total Coliform (35±0.5°C)	NMP/100mL	1,8	2,3E+02	2,3E+02

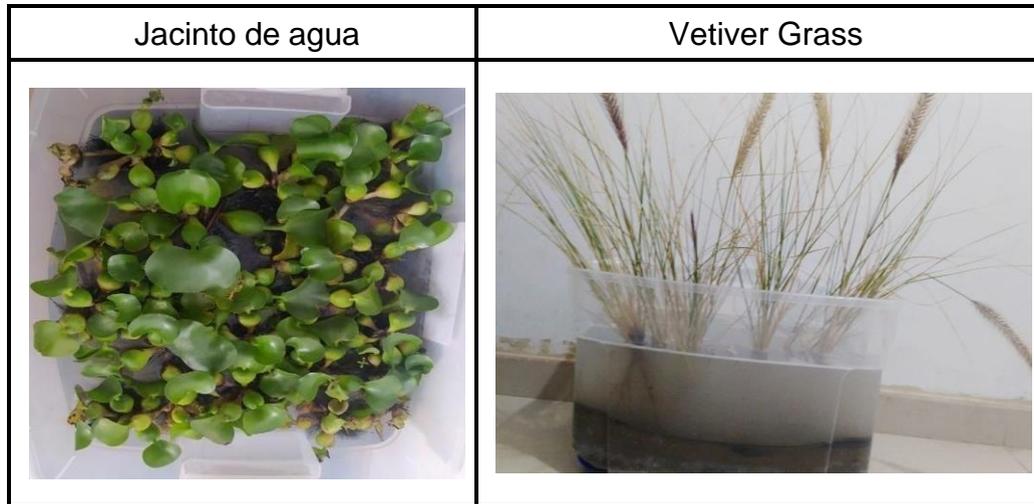
Fuente: ENVIROTEST

Figura 14. Etapa de adaptación de las especies



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 15. Etapa de desarrollo de las especies



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

3.6. Método de análisis de datos

Durante la elaboración del actual proyecto de investigación los parámetros evaluados fueron los siguiente: pH, conductividad eléctrica y coliformes totales, en el laboratorio.

3.7. Aspectos éticos

Durante la ejecución de este proyecto de investigación se aportará aspectos éticos verídicos y confiables, la cual se desarrolló siguiendo la Norma Internacional ISO 690, así como también el buen uso de la guía de elaboración de tesis de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Se tomó como referencia el D.S. 015-2015 – MINAM (para Coliformes totales) y el D.S. 004-2017 – MINAM (para pH y Conductividad eléctrica), en la Cat. 3 Riego de vegetales y bebida para animales para ambas normas.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio ENVIROTEST, los resultados fueron adjuntados en el Anexo N° 4 y 5, a continuación, se detalla en los siguientes ítems los resultados en la etapa inicial y final de cada parámetro analizado en las especies utilizadas.

Tabla 7. Comparación de los parámetros analizados

PARAMETRO	UNIDAD	MONITOREO DE AGUAS GRISAS - CANTORAL			D.S. N°	D.S. N°
		AGUA GRIS	<i>EICHORNIA CRASSIPES</i>	<i>CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES</i>	015-2015-MINAM	004-2017-MINAM
		INICIO 01-06-2022	FINAL 17-06-2022		CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES	
pH	Unidad de pH	13	7.5	7	6.5-8.5	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	1 680	537	1045	2500	2500
Coliformes totales	NMP/100 ml	35 000	230	230	1000	-

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Tabla 8. Comentarios de los Parámetros analizados

PARAMETRO	UNIDAD	COMENTARIOS
pH	Unidad de pH	Resultados de monitoreo de aguas grises domésticas in situ (pH Indicator strips)
Conductividad	uS/cm	Resultados de monitoreo de aguas grises domésticas, por Environmental Testing
Coliformes totales	NMP/100 ml	Laboratory S.A.C.

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

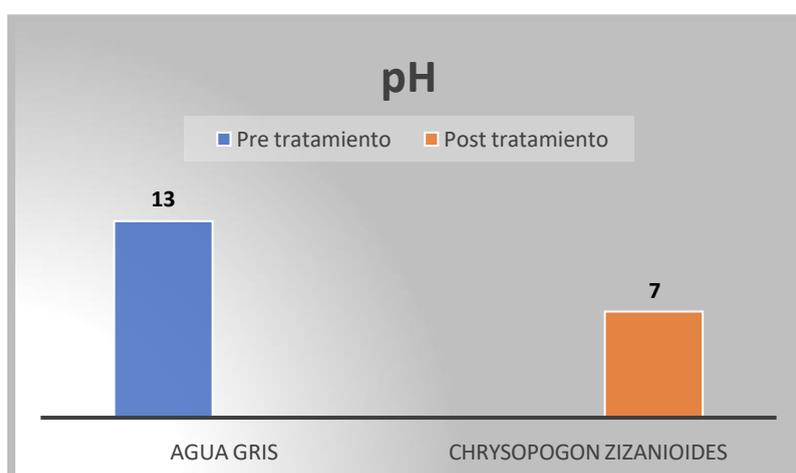
- Resultado del análisis físico propuesto en la hipótesis N° 01 del estudio de pH. Es un indicador que nos permite determinar la calidad del agua con un pH menor a 7 (ácido) o superior a 7 (alcalino) dependiendo de ello pueden producirse daño a las plantas, sin embargo, se observó una disminución el indicador:

Tabla 9. Resultados de las muestras analizadas

ESPECIE	pH	
	Inicio	Final
<i>Cryspogon zizanioides</i>	13	7
<i>Eichornia crassipes</i>	13	7.5

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 16. Resultados pre y post tratamiento



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

En la tabla N°7 nos indica que la muestra analizada final para fitorremediación con la especie *Chryspogon Zizanioides*, obtuvo un resultado de 7.

En el grafico N°1 se puede observar los resultados obtenidos del agua gris analizada en el inicio del tratamiento con un valor de 13 para pH y quince días después se obtuvo un resultado favorable.

Tabla 10. Comparación del parámetro pH con el D.S. 004- 2017-MINAM

PARAMETRO	UNIDAD	MONITOREO DE AGUAS GRISAS - CANTORAL		D.S.N°004-2017-MINAM
		AGUA GRIS	CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES	
		INICIO	FINAL	
pH	Unidad de pH	13	7	CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

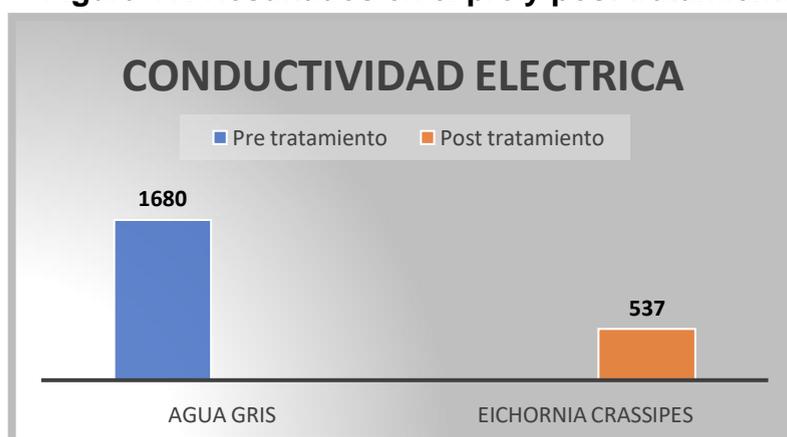
- Resultado del análisis químico propuesto en la hipótesis N° 02 del estudio de Conductividad. Es un indicador que nos permite determinar la salinidad del agua, se observó una disminución el indicador:

Tabla 11. Resultados de las muestras analizadas en laboratorio

ESPECIE	CONDUCTIVIDAD	
	INICIO	FINAL
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	1680	1045
<i>Eichornia crassipes</i>	1680	537

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 17. Resultados en el pre y post tratamiento



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Interpretación

En la tabla N° 10, se identificó el parámetro físico de conductividad eléctrica para la especie *Eichornia crassipes*, obteniendo un valor de 537 $\mu\text{mho/cm}$.

Se evaluó la eficiencia fitorremediadora de la especie 15 días después del primer análisis.

En el grafico N° 2, se muestra la comparación de los resultados desde su pre y post tratamiento.

Tabla 12. Comparación del parámetro conductividad con el D.S. 004-2017-MINAM

PARAMETRO	UNIDAD	MONITOREO DE AGUAS GRISES - CANTORAL		D.S.N° 004- 2017-MINAM
		AGUA GRIS	<i>EICHORNIA</i>	CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES
			<i>CRASSIPES</i>	
INICIO	FINAL			
Conductividad	uS/cm	1680	537	2500

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

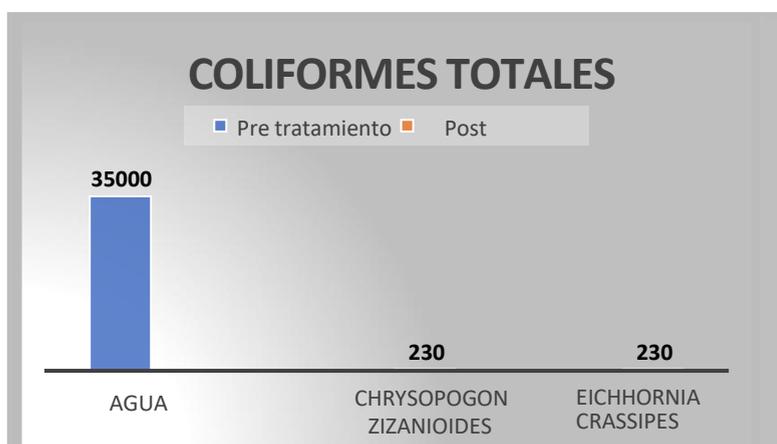
- Resultado del análisis microbiológico propuesto en la hipótesis N° 03 del estudio de Coliformes totales. Es un indicador que nos permite determinar cuan presente se encuentran las bacterias que puedan ocasionar algún tipo de enfermedad, sin embargo, se observó una disminución el indicador:

Tabla 13. Resultados analizados en laboratorio

ESPECIE	COLIFORMES TOTALES	
	INICIO	FINAL
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	35 000	230
<i>Eichornia crassipes</i>	35 000	230

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Figura 18. Resultados en el pre y post tratamiento



Fuente: (Elaboración propia, 2022)

Interpretación:

En el cuadro N° 12 se puede observar los valores del parámetro microbiológico coliformes totales analizados para ambas especies, obteniendo un valor de 230 NMP/100 ml.

En el grafico N°3 se puede verificar la disminución del parámetro analizado evidenciando una gran diferencia desde su pre y post tratamiento.

Tabla 14. Comparación del parámetro Coliforme Totales con el D.S.015-2015- MINAM

PARAMETRO	UNIDAD	MONITOREO DE AGUAS GRISES - CANTORAL			D.S.N°015-2015-MINAM
		AGUA GRIS	<i>EICHORNIA CRASSIPES</i>	<i>CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES</i>	
		INICIO	FINAL		
Coliformes totales	NMP/100 ml	35 000	230	230	CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES 1000

Fuente: (Elaboración propia, 2022)

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de Investigación se logró determinar el nivel de depuración de aguas grises domésticas de Cantoral usando humedales artificiales con *Eichornia crassipes* y *Crhysopogon zizanioides*. Mostrando índices de remoción de contaminantes de las aguas grises para pH %, Conductividad % y coliformes totales 99.9%. Con los resultados obtenidos se puede comprobar la eficiencia en la depuración de aguas grises de ambas especies en estudio, obteniendo agua gris limpia a través de humedales artificiales a escala piloto empleando dos tipos de plantas acuáticas distintas. Encontrando una situación favorable para los hogares que carecen de agua para regadío de sus chacras reutilizándola y mejorando su calidad de vida.

Debido a ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general El humedal artificial usando *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* será eficiente en la depuración de aguas grises en Cantoral – 2022.

En la investigación de (Ramírez y Paredes, 2019) evaluó los parámetros químicos y microbiológicos de las especies *Eichornia crassipes* y *Pistia Stratiotes* durante un periodo de nueve días. Obteniendo como resultado que ambas especies tienen un alto nivel depurador en cuanto a contaminación microbiológica y química, coincidiendo con la investigación que realizamos ya que de igual manera *Eichornia Crassipes* mostró mayor efectividad tanto en resistencia como reproducción de especies.

Mientras que, (Córdova Agreda et al, 2019) presentó resultados favorables en un periodo de cuatro meses con la especie *Crhysopogon zizanioides* principalmente en la reducción de coliformes termotolerantes con un porcentaje de 97%, en segundo lugar, el DBO con un porcentaje de 86% y finalmente en DQO con un porcentaje de 82% afirmando que dicha especie logró cumplir con los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.

En cambio, el estudio realizado por (D. Ramírez, 2018 pág. 1) empleando las especies *Crhysopogon* y *Pennisetum* teniendo como resultado una mayor efectividad en cuanto a porcentajes de disminución con la planta Elefanta de un promedio de 98% en indicadores físicos y químicos, ello no quiere decir que la especie Vetiver no sea eficaz, es más en el estudio la primera especie también presentó resultados favorables con un porcentaje en promedio de 96% analizando todos los indicadores en mención.

Este proyecto tiene la ventaja de que se puede desarrollar de manera sencilla

adaptándose en cualquier hogar, brindando a cada familia un sistema práctico de reutilización ya que pueden tratar las aguas durante un periodo corto y contar con ella para riego.

En el estudio al Determinar la eficacia química de *Crhysopogon zizanioides* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral. Se evidenció una disminución en el indicador químico: pH de 13 a 7, esto mostraría una reducción en los resultados pre y post estudio, comprobándose que la fitorremediación con *Crhysopogon zizanioides* es una alternativa eficiente y económica.

Mediante lo mencionado líneas arriba se rechaza hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica número uno del estudio El humedal artificial con *Crhysopogon zizanioides* será eficaz químicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.

En la investigación de (Moreno Mogollon et al., 2018) a escala piloto en cuanto a fitorremediación con la especie *Crhysopogon zizanioides* se evidenció una disminución de STS, DQO, STV Y DBO, ello se hizo con la finalidad de calcular la eficacia de la especie siendo uno de los sistemas más económico de fitorremediación.

En referencia de (Nuñez Morales, 2019) implementó y diseñó un sistema utilizando madera, plásticos y tuberías durante un tiempo de tres meses, las especies en estudio fueron *Zatedeschia* y *Eichornia* y los resultados obtenidos fueron una gran disminución en los indicadores de AyG del 76%, sólidos suspendidos de un promedio de 95%, Demandan Bioquímica también del 95% y una conductividad con un promedio de 59%, al igual que nuestro resultados en el estudio mostró una reducción del indicador de Conductividad, logrando cumplir con lo establecido en el D.S N° 004-2017 – MINAM siendo los ECA – AGUA.

En su Investigación (Concepción Muñoz et al, 2019) su objetivo fue analizar la disminución de Fe, Ni y Cu con dos especies macrófitos *Eichornia crassipes* e *Silvinia spp* y utilizar dichas aguas después del tratamiento para el riego de cosechas en Ventanilla. Los resultados obtenidos después de un mes de estudio donde se evaluaron los parámetros de Conductividad, T°, DBO Y pH la especie *Eichornia crassipes* mostró mayor eficacia con un porcentaje de remoción 87.4%. Esto demostraría que la investigación realizada con *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* realizaron la fitorremediación de las aguas mediante sus raíces (rizofiltración) y hojas (fitovolatilización) ello se evidencia en los anexos.

En la investigación se mostró además una reducción importante en el indicador físico de Conductividad, ello seguiría indicando que las fitorremediaciones un sistema eficiente con un aporte verídico y de bajo recurso, ya que se puede implementar a escala piloto y también a gran escala, sin generar algún tipo de contaminación y siendo desarrollada de manera sostenible, ya que el agua es reutilizada después del tratamiento al igual que las plantas.

Presentando este estudio al Determinar la eficacia física de *Eichornia crassipes* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, la fitorremediación con especie mencionada mostró disminución en la Conductividad eléctrica ello quedó demostrado en los resultados.

Ante lo mencionado se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica número dos El humedal artificial con EICHHORNIA CRASSIPES será eficaz físicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.

En la revista científica realizada por (Rojas Díaz, 2018) analizó y monitoreó las aguas residuales de una comunidad empleando para el estudio a la especie *Crhysopogon zizanioides* en el transcurso de dos meses evaluando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos dentro de los cuales al término de la investigación tuvo un promedio de remoción físico-químico de 93% y microbiológico del 99%, ello lo comparó con los LMP del D.S N° 003-2010-MINAM demostrando la eficiencia de la especie.

En la investigación al Demostrar que la aplicación de humedales artificiales usando *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* influirá microbiológicamente para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral. Ambas especies tienen un alto porcentaje de remoción en presencia de contaminantes de las aguas grises domésticas con ayuda de los mecanismos de absorción de las plantas, con los resultados se puede apreciar que el agua después del tratamiento cumple con lo establecido en la Categoría 3. Riego de vegetales y bebida para animales del D.S N° 015-2015-MINAM.

Ante lo expuesto se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica número tres del presente estudio de investigación La aplicación de humedales artificiales usando *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* influirá microbiológicamente para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantora Es por ello que se opta por un sistema de fitorremediación de las aguas grises dado los estudios ya realizados en todo el Perú con más del 90% de efectividad, siendo

una alternativa amigable con el medio ambiente, sin presentar alteraciones ni contaminaciones de las aguas estudiadas.

VI. CONCLUSIONES

- La principal conclusión de este trabajo es el haber demostrado el uso de humedales artificiales a escala piloto por medio de este sistema biorremediador, representa una opción sencilla y practica en el tratamiento de aguas grises domésticas. Como se ha visto en los resultados con los cambios obtenidos en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes y después del terminado el tratamiento.
- Las aguas grises domesticas tratadas tanto por *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* presentaron concentraciones de pH y conductividad eléctrica por debajo de los límites máximos permisibles, en cuanto al parámetro de coliformes totales si bien no están dentro de los límites permitidos se demostró un cambio en el resultado terminado el proyecto.
- En base a la fabricación de humedales artificiales a escala piloto se demostró que las especies *Crhysopogon zizanioides* y *Eichornia crassipes* son eficaz al momento de tratar las aguas grises domesticas teniendo como resultados finales un pH (7), conductividad eléctrica (537 uS/cm) y coliformes totales (230NM/100ml).

VII. RECOMENDACIONES

- Para el uso adecuado se debe de tener cuenta los litros de agua a tratar ya que en el proceso tiende a evaporarse un poco el agua, también hacer un mantenimiento para evitar las obstrucciones debidas a sedimentos que entran en los tubos y previenen el flujo. Esto puede ser prevenido instalando una malla fina.
- Evaluar los nutrientes presentes en las plantas y el sustrato después para poder tener un balance más específico de remoción entre los componentes del sistema.
- Se recomienda a la población la implementación del humedal artificial a escala piloto ya que representa una opción de tratamiento amigable con el medio ambiente mediante la descentralización de sistemas convencionales de tratamiento de aguas grises domésticas.
- Se propone como alternativas para aquellas zonas donde no cuenten con el agua potable todo el día y hagan un segundo uso de estas mismas para el riego de sus chacras o plantas.

REFERENCIAS

- ❖ ALVARADO CHILCON, Janeth; MANAYAY PERALTA, Jheymi. Uso de la Eichhornia Crassipes (Jacinto de agua) para el tratamiento de aguas residuales domésticas en humedales artificiales. 2020.
Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60126/Alvarado_CJ-Manayay_PJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ BARRIOS PONTE, Manuel Fernando; GARCILAZO SAENZ, Alexander. Capacidad fitorremediadora de Ricinus communis “Higuerilla” sobre arsénico y plomo de suelos contaminados del sector La Porfía Pataz, 2019. 2019.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47891>

- ❖ BRACHO PEREZ, Julio Cesar; CAMPOVERDE CADILLO, Martín. Remoción de Materia Orgánica Mediante Chrysopogon Zizanioides en el Tratamiento Secundario de Aguas Residuales Domesticas de Citrar. 2017.
Disponible en:
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/246/1/Campoverde_Martin_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf

- ❖ BUSTAMANTE DÁVILA, Elva; PÉREZ RUIZ, Wendy Tatiana. Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales municipales utilizando las especies junco typha sp y vetiver chrysopogon zizanioides en el distrito de Saposoa”. 2019.
Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2763>

- ❖ CADAVID, Juan David Ramírez. EVALUACIÓN DEL VETIVER (CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES) Y LA ELEFANTA (PENNISETUM PURPUREUM) EN LA CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad, 2018, vol. 4, no 1.
Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/335340>

- ❖ CARHUA PONCE, Anyelina Rosmery; HUANCAS OBLITAS, Wilder. Revisión y análisis de la Eficiencia de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y Papiro (*Cyperus papyrus*) en aguas residuales domésticas. 2020. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3290>

- ❖ COMUNIAN, González. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS EN MEZCLAS DE LODOS ROJOS CON SUELOS ÁCIDOS DE SABANA, Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE *Chrysopogon zizanioides* (VETIVER). 2015. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54436092/Chrysopogon_zizanioides_VETIVER-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658544085&Signature=fzKMnkHbutU1I6ckygKAQG5UTJThYy99qBRlpCEQOIRMM02D~2u4DMiz8j7yrqCYvW3xTmXqp43ScM~Wiw p5ymRLuO9slhE7Da39Xoo6YjElsvyUrdVoYav0vwy5r6VSydlyR7cZ0TE4-UptKOpa6Jei1pEXecCqcXtQBBbpkII-0HkkqbkkgPDCOyzj6K1aG4daCuuRYfSKAD4IOIN3dgQdH0R~JrU8wtmZzdD-fVLGYidDRbSS32kaeNi2hipupaxwSNIRehwHHO-yazvvD2czx50MkZP0U0sd1-ic0pHA2m5zNPoVLgYTL~APhw1qb6oNGJMX22VpkwV2G~OYYDQ &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- ❖ CONCEPCIÓN MUÑOZ, Xuxa Alison. Remoción de cobre, níquel y hierro con *Eichhornia Crassipes* y *Salvinia spp* en aguas del Río Chillón, para fines de riego de vegetales en Ventanilla CHI15, 2019. 2019. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54689/Concepci%c3%b3n_MXA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ CONTRERAS PRADA, Xiomy Crisjuv; HERRERA HUMPIRE, José Antonio. Disminución de contaminantes de las aguas grises utilizando *Spirodela polyrhiza* y *Eichhornia crassipes* en la urb. Las FloresSan Juan de Lurigancho, 2020. 2021.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58925/Contreras_PXC-Herrera_HJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ CÓRDOVA AGREDA, Danny Deyby; HUAMÁN GARCÍA, Telésforo. Humedal artificial con *Chrysopogon zizanioides* para la remoción de aguas residuales domésticas en el Distrito de Habana–Moyobamba, 2018. 2021.

Disponible en:

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3950/ING.%20SANTARIA%20-%20Danny%20Deyby%20C%b3rdova%20Agreda%20%26%20Tel%a9sforo%20Huam%a1n%20Garc%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ❖ CÓRDOVA CAIZACHINE, Jessica Soledad; IZA CAMPAÑA, Alisson Estefanía. Evaluación de la remoción de contaminantes del sistema de islas flotantes artificiales (Ifa) con vetiver (*vetiveria zizanioides*) a través de un modelo matemático, periodo 2019–2020. 2020. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6672>

- ❖ CURASMA MATAMOROS, Marco Antonio; SANDOVAL CONDORI, Estefani Karen. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA INTEGRADO DE BIOPELÍCULA Y FITORREMEDIACIÓN CON *Nasturtium officinale* (BERRO) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL MUNICIPAL EN HUANCAVELICA. 2019.

Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3072>

- ❖ DELGADO ONOFRE, Giovana Francy. Evaluación del bio-tratamiento de fluidos residuales de la empresa Laboratorio Portugal SRL mediante la “*Eichornia Crassipes*”(buchón de agua) para la remoción de elementos ecotóxicos (cromo, arsénico y cadmio) y materia orgánica. 2020.

Disponible en:

<http://190.119.145.154/bitstream/handle/20.500.12773/12083/QUdeongf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ❖ HERRERA TOAPANTA, Viviana Nataly; SUMBA GUAMÁN, Daysi Gabriela. Islas Flotantes Artificiales con Vetiver (vetiveria zizanioides) como alternativa para la remoción de Nitratos, Fosfatos y Plomo en Agua procedente del Río Cutuchi. 2019. Tesis de Licenciatura. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5266>

- ❖ HERRERA PEDRAZA, María Tánia. Eficiencia de Eichornia spp y Lemna spp nativas en humedales artificiales en la remoción de sulfonato de alquilbenceno lineal de los detergentes presentes en aguas residuales domésticas, Moyobamba-2017. 2018.

Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2790>

- ❖ JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, John Alexander, et al. Eichhornia crassipes y su uso en técnicas de aprovechamiento y fitorremediación de cuerpos de agua. 2021.

Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40340>

- ❖ LEONARDO, Celso Nazario Purihuamán; DÍAZ, María Ysabel Rojas. Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (chrysopogon zizanioides) en humedales de flujo subsuperficial. TZHOECOEN, 2018, vol. 10, no 1, p. 13-24.

Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/792>

- ❖ LUCANA PINTADO, Raquel; ARAUJO ROJAS, Greys Esthefany. Eficiencia del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en el sector Shango, Moyobamba 2019.

Disponible

en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74246/Araujo>

- ❖ MENDOZA, Yoma I.; I PÉREZ, Jhonny; GALINDO, Andres A. Evaluación del aporte de las plantas acuáticas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales municipales. Información tecnológica, 2018, vol. 29, no 2, p. 205-214.
Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642018000200205&script=sci_arttext&tlng=e

- ❖ MORALES, Eli, et al. Efecto del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en la depuración del agua residual del colector Santa Lucía- Chachapoyas. Revista Ciencia y Tecnología, 2019, vol. 15, no 4, p. 19-25.
Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2673>

- ❖ MORENO MOGOLLÓN, Javier Ricardo, et al. Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal prototipo plantado con sistema vetiver para el tratamiento de aguas residuales en una vivienda rural en el municipio de Floridablanca. 2018.
Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5590>

- ❖ NÚÑEZ ALBERCA, Fernando. Jacinto de agua y tiempo de permanencia en el proceso de fitorremediación de las Lagunas PTAR-El Indio. 2021.
Disponible en:
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2705/IASIN-NUN-ALB-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ❖ NUÑEZ MORALES, Erlin. Evaluación de la eficiencia del sistema de fitorremediación mediante las especies palustre y flotante, Zantedeschia aethiopica y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la zona de la región natural Quechua-Cajamarca. 2019.
Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1797>

- ❖ QUILICHE RAICO, Violeta Deberlyn. Eficiencia de helianthus annuus (L.) y chromolaena odorata (L.) para la fitorremediación de suelos contaminados por metales pesados: una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años.

2021.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25925>

- ❖ RAMIREZ AMACIFUEN, Karol Patricia; PAREDES VÁSQUEZ, Marie Elionor. Evaluación de dos especies macrófitas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en la remoción de contaminantes microbiológicos y químicos a través de un sistema de biofiltro en aguas residuales domésticas, Tarapoto–2018. 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39476>

- ❖ RICO TORRES, Fabio René, et al. Uso del Chrysopogon Zizanioides como alternativa natural para disminuir la carga contaminante en efluentes provenientes de la actividad piscícola en la Colonia Agrícola de Acacias-Meta. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13726/1122127850.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- ❖ RIVERA PÁEZ, Ingrith Patricia. Evaluación del potencial fitorremediador del vetiver (Chrysopogon Zizanioides) sobre aluminio, cromo y cobre en la laguna de oxidación del municipio de Jerusalén (Cundinamarca). 2018. Disponible en: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3438/Rivera_Páez_Ingrith_Patricia_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ ROBALINO CAMACHO, Dayana Mishell. Fitorremediación usando Eichhornia crassipes (JACINTO DE AGUA), en la planta de tratamiento de aguas residuales del recinto Pita, Caluma-Bolívar. 2020. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48742>

- ❖ ROJAS DÍAZ, María Ysabel. Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides) en humedales artificiales en la comunidad de Santa Rosa bajo, distrito Chota, 2017. 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25780>

- ❖ ROJAS SÁNCHEZ, Fabian. Evaluación de Eichhornia Crassipes, Lemna Minor y Azolaanabaena para la fitorremediación de las aguas contaminadas del Río Bogotá para su posterior uso como agua de riego en la producción de hortalizas. 2021.
Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4852>

- ❖ ROMERO MOZQUEDA, Ángela Yumil; VALLES ARAGÓN, María Cecilia; ALARCÓN HERRERA, María Teresa. Fitorremediación de aguas grises con ornamentales comerciales. 2018.
Disponible en: <http://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/945>

- ❖ RUIZ, Charity Elizabeth Andrade, et al. Fitoacumulación y translocación de cromo en Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes durante el tratamiento de efluentes contaminados. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, 2020, vol. 43, no 1, p. 26-32.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6057/605764200006/605764200006.pdf>

- ❖ SANDOVAL VILCHEZ, Joselyn Daniela. Eficiencia del jacinto de agua eichhornia crassipes y lenteja de agua lemna minor I. en la remoción de cadmio en aguas residuales. 2019.
Disponible en:
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3256/UNFV_SANDOV AL_VILCHEZ_JOSELYN_DANIELA_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ❖ SEGOVIA ZAMBRANO, Angela Mariana; ZAMBRANO ZAMBRANO, Víctor Manuel. Eficiencia del pasto vetiver (Chrysopogon zizanioides) en la remoción de la carga contaminante de las aguas residuales de la industria de almidón. 2021. Tesis de Licenciatura. Calceta: ESPAM MFL.
Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1453>

- ❖ TIPÁN CHIRIBOGA, Jeniffer Aracely, et al. Evaluación de la capacidad de remoción de contaminantes del sistema islas flotantes artificiales (ifa) con achira (canna indica), vetiver (vetiveria zizanoide), pasto guinea (panicum

maximum) y mix (pasto guinea–achira), a través de un modelo matemático. 2020. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6652>

- ❖ TOCTO, Rosmery Yakelini Ayala, et al. Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana* y *Nasturtium officinale*. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 2018, vol. 2, no 3, p. 48-53.

Disponible

en:

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/403>

- ❖ TORRES RODRÍGUEZ, Duilio, et al. Use of vetiver for the fitoremediation of chromiun in residual sludges in a tennery. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2010, vol. 1, no 2, p. 175-188.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v1n2/v1n2a5.pdf>

- ❖ VARGAS RUBIO, Ronald Andre. Evaluación de la eficiencia de un humedal artificial de flujo vertical con *Chrysopogon zizanioides* para el tratamiento de aguas grises en la urbanización El Cóndor-Callao, 2021. 2021

Disponible en:

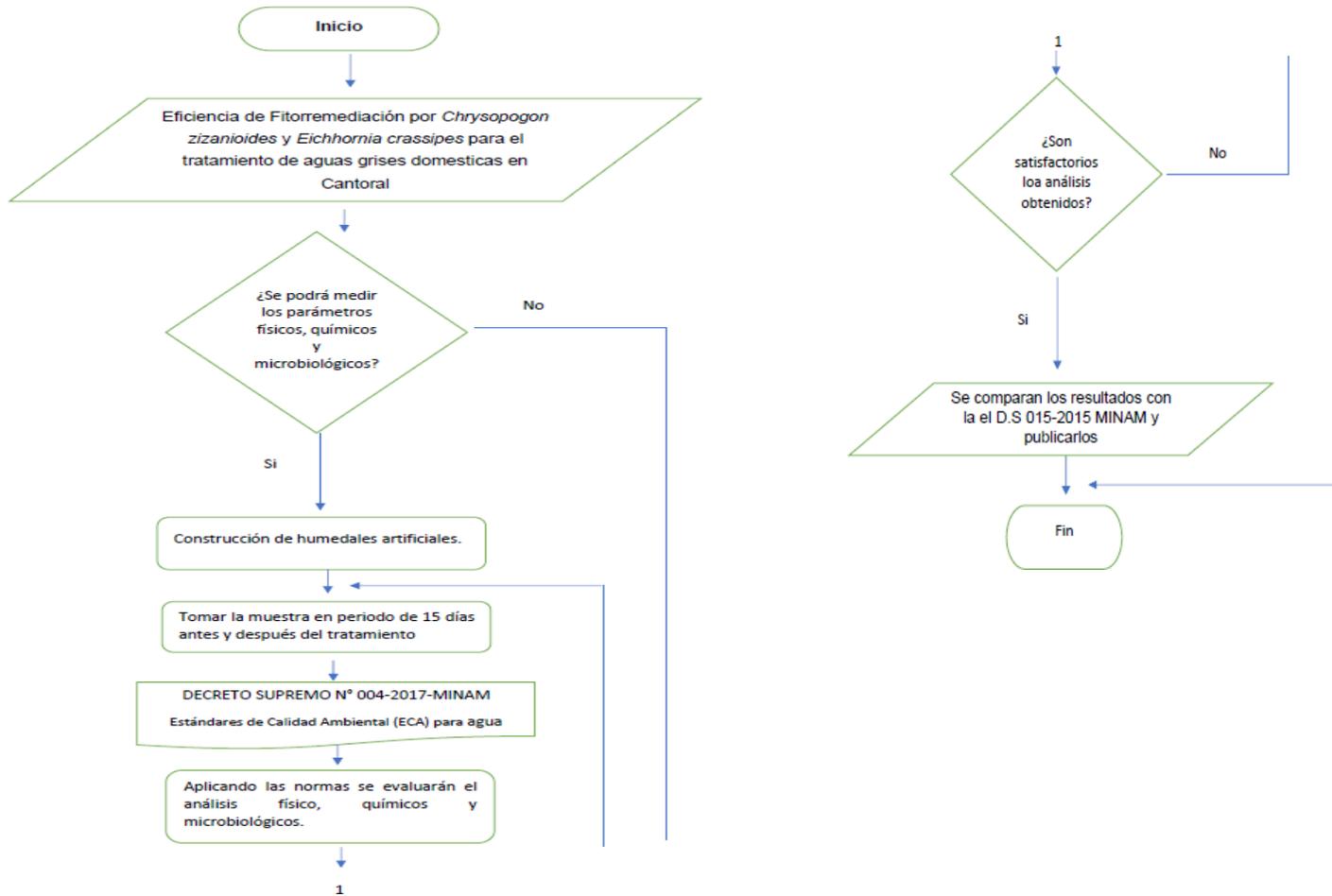
<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81433/VargasRR-A-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo N° 1 Matriz de operacionalización

Eficiencia de Fitorremediación por Chrysopogon Zizanioides y Eichhornia Crassipes para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, Ica 2022								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	MARCO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
General	General	General	Variable dependiente: Aguas Grises domésticas	Las aguas grises domésticas son provenientes del uso de lavamanos, lavado de ropa, utensilios de cocina. Estas aguas pueden ser reutilizadas mediante un sistema de filtración, depurando los contaminantes encontrados y de esta forma albergando esas aguas hacia un depósito para su posterior uso como por ejemplo en riego de áreas verdes y limpieza de veredas.	Para esta operación se constará de dos humedales artificiales con aguas grises, en donde se tomarán tres muestras en etapa inicial, pretratamiento y post tratamiento, en la primera muestra tomada será analizada en los primeros quince días y la segunda será después de los quince días de haberse tomado la primera muestra	Parámetros	<ul style="list-style-type: none"> o pH o Conductividad eléctrica o Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> o Unidad de pH o mS/cm o NMP/100 mL
¿Cuál es el nivel de depuración de las aguas grises domésticas usando humedales artificiales con EICHHORNIA CRASSIPES y CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES?	Determinar el nivel de depuración de grises domésticas de Cantoral usando humedales artificiales con EICHHORNIA CRASSIPES y CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES	El humedal artificial usando CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES será eficiente en la depuración de aguas grises en Cantoral.						
Específicos	Específicos	Específicos	Variable independiente: tratamiento de fitorremediación	La Fitorremediación es un conjunto de procedimientos, sustentada en el empleo de varias especies macrófitos que presentan la habilidad de reducción y metabolización de contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua, aire y suelo, el procedimiento ejecutado por dichas especies macrófitos es a través de sus tallos, hoja, raíces y microorganismos que ayudan a equilibrar los contaminantes.	Se utilizaron dos especies macrófitos Vetiver Grass y Jacinto de Agua para comprobar cuán eficaz eran en el tratamiento de las aguas grises y las muestras fueron analizadas para conocer los resultados obtenidos en el pretratamiento y post tratamiento. (Jiménez Rodríguez, 2021)	Características	<ul style="list-style-type: none"> o Color de las hojas o Crecimiento de las raíces o Tamaño de las especies. 	<ul style="list-style-type: none"> o Unidad o Cm
¿Cuál será la eficacia química de CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral?	Determinar la eficacia química de CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.	El humedal artificial con CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES será eficaz químicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.						
¿Cuál será la eficacia física de EICHHORNIA CRASSIPES en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral?	Determinar la eficacia física de EICHHORNIA CRASSIPES en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.	El humedal artificial con EICHHORNIA CRASSIPES será eficaz físicamente en el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.						
¿De qué manera la aplicación de humedales artificiales usando CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES influirá microbiológicamente para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral?	Demostrar que la aplicación de humedales artificiales usando CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES influirá microbiológicamente para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.	La aplicación de humedales artificiales usando CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES influirá microbiológicamente para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral.						

Anexo N°2 Diagrama de flujo para extraer la información de recolección de datos



Anexo N° 3: Instrumento de recolección de datos para tratamiento de fitorremediación

TITULO:	Eficiencia de Fitorremediación por <i>Chrysopogon Zizanioides</i> y <i>Eichhornia Crassipes</i> para el tratamiento de aguas grises domesticas en Cantoral, Ica 2022		
AUTOR(ES):	Sanchez Romero Stephanie García Callaye Fiorella	LUGAR DE ANÁLISIS:	Cantoral
DIAS			
CARACTERISTICAS	HUMEDAL	Primer día	Quince días
COLOR	HUMEDAL 1	Las hojas presentan un color verdoso	El color de algunas plantas fue cambiando a una tonalidad amarillenta
	HUMEDAL 2	Las hojas presentan un color verdoso	El color de algunas ramas se tornaron amarillentas e incluso algunas se secaron
CRECIMIENTO DE LAS RAICES	HUMEDAL 1	10 - 12 cm	22 - 30 cm
	HUMEDAL 2	12 -13 cm	23-28 cm
CANTIDAD DE ESPECIES	HUMEDAL 1	Se colocaron 15 plantas	se incrementaron a traves del crecimiento de sus tallos, dando un total de 25 plantas.
	HUMEDAL 2	Se colocaron 15 plantas	No se presento incremento de especies.
TEXTURA	HUMEDAL 1	Presenta una textura lisa y suave con el tacto.	Hubo un leve cambio en la textura de las hojas amarillentas
	HUMEDAL 2	Presenta una textura aspera al tacto	Textura aspera y seca al tacto
TAMAÑO DE LAS ESPECIES	HUMEDAL 1	Se escogio una planta como referencia para medir el tamaño en la etapa inicial del proyecto con una medicion de 15 cm	Se tomo como referencia la misma planta para medir su crecimiento durante 15 días, estas dieron una medicion de 18 cm.
	HUMEDAL 2	el tamaño de esta especie en su etapa inicial era de 18 cm	En el segundo análisis la especie aumentaron de tamaño a 25 - 30 cm

*Humedal 1 (Jacinto de Agua)

*Humedal 2 (Vetiver Grass)

Anexo N° 4. Análisis del pre tratamiento en el laboratorio ENVIROTEST



INFORME DE ENSAYO N° 223601 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.
Domicilio Legal : Mza. I Lote. 18 Urb. San Joaquín IV ETP Ica - Ica - Ica
Solicitado por : ESTEFANY FIORELLA GARCIA CALLAYA
Referencia : Cotización N°1773-22
Proyecto : RESERVADO POR EL CLIENTE
Procedencia : HUMEDAL ARTIFICIAL
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 1
Producto : Agua Residual
Fecha de Recepción : 01/06/2022
Fecha de Ensayo : 01/06/2022 al 16/06/2022
Fecha de Emisión : 16/06/2022

I. Resultados

Código de Laboratorio	223601-01			
Código del Cliente	AGD-01			
Fecha de Muestreo	31/05/2022			
Hora de Muestreo (h)	20:30			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:0381900 N:8504477			
Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Físico Químico				
Conductividad	µmhos/cm	NA	0,10	1680,0

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, * <= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, (p) = Resolución del equipo, (y) = Límite de Detección de Método, "-" = No analizado

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity, Laboratory Method.

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de validez de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y sigue desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los datos de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo contactar al informante a correo: info@envirotest.com.pe

FIN DEL INFORME

**INFORME DE ENSAYO N° 223601-M
CON VALOR OFICIAL**

Razón Social : **SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.**
 Domicilio Legal : Mza. I Lote. 18 Urb. San Joaquin IV ETP Ica - Ica - Ica
 Solicitado por : ESTEFANY FIORELLA GARCIA CALLAYA
 Referencia : Cotización N°1773-22
 Proyecto : RESERVADO POR EL CLIENTE
 Procedencia : HUMEDAL ARTIFICIAL
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
 Cantidad de Muestras : 1
 Condición de Conservación : 5,2°C
 Producto : Agua Residual
 Fecha de Recepción : 01/06/2022
 Fecha de Ensayo : 01/06/2022 al 16/06/2022
 Fecha de Emisión : 16/06/2022

I. Resultados

Código de Laboratorio	223601-01		
Código del Cliente	AGD-01		
Fecha de Muestreo	31/05/2022		
Hora de Muestreo (h)	20:30		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:0381900.00 N:8504477.00		
Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Biológico			
Total Coliform (35±0.5°C)	NMP/100mL	1,8	3,5E+04

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"; = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "(z)" = Resolución cuantificable, "(y)" = Límite de Detección de Método, "(*)" = No analizado

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Total Coliform (35±0.5°C)	SMEWW 9221B/ 9221C, 23rd Ed. 2017	Standard Total Coliform Fermentation Technique

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de prescripción de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: info@envirotest.com.pe

****FIN DEL INFORME****

Anexo N° 6. Análisis del post tratamiento en el laboratorio ENVIROTEST



INFORME DE ENSAYO N° 224253 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.
Domicilio Legal : Mza. I Lote. 18 Urb. San Joaquín IV ETP Ica - Ica - Ica
Solicitado por : SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.
Referencia : Cotización N°2129-22
Proyecto : EFICIENCIA DE FITORREMEDIACION POR CHRYSOPOGOM ZIZANIDES Y EICHORNIA CRASSIPES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES EN CANTORAL, ICA 2022
Procedencia : HUMEDAD ARTIFICIAL
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 2
Producto : Agua Residual
Fecha de Recepción : 17/06/2022
Fecha de Ensayo : 17/06/2022 al 24/06/2022
Fecha de Emisión : 01/07/2022

I. Resultados

Código de Laboratorio	224253-01	224253-02			
Código del Cliente	AGDJ-01	AGDV-02			
Fecha de Muestreo	16/06/2022	16/06/2022			
Hora de Muestreo (h)	22:00	22:00			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA	E:NO INDICA N:NO INDICA			
Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica			
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	
Laboratorio Físico Químico					
Conductividad	µmhos/cm	NA	0,10	537,0	1 045

Legend: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "(a)"= Resolución del equipo, "(y)" = Límite de Detección de Método, "N": No analizado

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity, Laboratory Method.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes o más desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de preservación de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y exige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los tests de ensayo, bajo las condiciones de las muestras, como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: info@envirotest.com.pe

****FIN DEL INFORME****

INFORME DE ENSAYO N° 224253-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.**
 Domicilio Legal : Mza. I Lote. 18 Urb. San Joaquín IV ETP Ica - Ica - Ica
 Solicitado por : **SERVICIOS AMBIENTALES J & M S.A.C.**
 Referencia : Cotización N°2129-22
 Proyecto : **EFICIENCIA DE FITORREMEDIACION POR CHRYSOPOGOM ZIZANIDES Y EICHORNIA CRASSIPES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES EN CANTORAL, ICA 2022**
 Procedencia : **HUMEDAD ARTIFICIAL**
 Muestreo Realizado por : **EL CLIENTE**
 Cantidad de Muestras : 2
 Condición de Conservación : 5,2 °C
 Producto : **Agua Residual**
 Fecha de Recepción : 17/06/2022
 Fecha de Ensayo : 17/06/2022 al 24/06/2022
 Fecha de Emisión : 01/07/2022

I. Resultados

Código de Laboratorio	224253-01	224253-02	
Código del Cliente	AGDJ-01	AGDV-02	
Fecha de Muestreo	16/06/2022	16/06/2022	
Hora de Muestreo (h)	22:00	22:00	
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA	E:NO INDICA N:NO INDICA	
Tipo de Producto	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica	
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Laboratorio Biológico			
Total Coliform (35±0.5°C)	NMP/100ml	1,8	2,3E+02 2,3E+02

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "n" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "z" = Resolución cuantificable, "y" = Límite de Detección de Método, "x" = No analizado

II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Total Coliform (35±0.5°C)	SMEWW 9221B/ 9221C, 23rd Ed. 2017	Standard Total Coliform Fermentation Technique

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

III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de validez de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los tests de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: info@envirotest.com.pe

FIN DEL INFORME

Anexo N° 8. Certificados de Validación del Expediente de Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO N°05 CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Aguije Cabrera Jose Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de la Escuela de Física
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero mecánico - Electricista
- 1.4. Nombre del instrumento: _____
- 1.5. Título de la investigación:
 "Eficiencia de Fitorremediación por Chrysopogon Zizanioides y Eichhornia Crassipes para el tratamiento de aguas grises domesticas en Cantoral, Ica 2022"
- 1.6. Autor del instrumento:
- Stephanie Sanchez Romero
 - Fiorella Garcia Callaye

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61- 80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					81
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					83
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					81
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					83
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					82
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					83
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						81



III. PERTINENCIA DE LOS ITEMS

↓ Primera variable: AGUAS GRISES DOMÉSTICAS

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Parámetros	pH	X		
	Conductividad eléctrica	X		
	Coliformes totales	X		

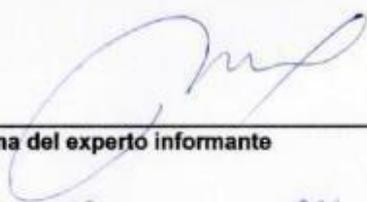
↓ Segunda Variable: TRATAMIENTO DE FITORREMEDIACIÓN

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características de CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES	Color de las hojas	X		
	Crecimiento de las raíces	X		
	Textura		X	
	Cantidad de especies	X		
	Tamaño de las especies		X	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 81 %

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

Lima, 08 de Julio de 2022


Firma del experto informante

DNI N°: 21442017 Teléfono N° 956 833 200



ANEXO N°05 CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Tania Soto Velásquez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Ministerio de educación
- 1.3. Especialidad del validador: Educación, biología y química
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Observación
- 1.5. Título de la investigación:
Eficiencia de Fitorremediación por Chrysopogon Zizanioides y Eichhornia Crassipes para el tratamiento de aguas grises domesticas en Cantoral, Ica 2022
- 1.6. Autor del instrumento:
- Stephanie Sanchez Romero
 - Fiorella Garcia Callaye

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					82
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					82
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					84
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					83
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					82
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						82



III. PERTINENCIA DE LOS ITEMS

✚ Primera variable: AGUAS GRISES DOMÉSTICAS

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Parámetros	pH	X		
	Conductividad eléctrica	X		
	Coliformes totales	X		

✚ Segunda Variable: TRATAMIENTO DE FITORREMEDIACIÓN

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características de CRHYSOPOGON ZIZANIOIDES y EICHHORNIA CRASSIPES	Color de las hojas	X		
	Crecimiento de las raíces	X		
	Textura		X	
	Cantidad de especies	X		
	Tamaño de las especies			X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **82** %

() El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 28 de junio de 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 21560035 Teléfono N° 945124795

Anexo N° 9. Panel fotográfico de la especie Jacinto de Agua durante el pre y post tratamiento

Crecimiento de las raíces



Crecimiento de la planta



Cambio de color de la Especie



Anexo N° 10. Panel fotográfico de la especie Vetiver Grass durante el pre y post tratamiento

Crecimiento de las raíces



Color de las plantas

