



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando
Lemna minor y *Eichhornia crassipes* en aguas superficiales, distrito
Santa Catalina, Moyobamba, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Rios Garcia, Maricielo Skarly (orcid.org/0000-0002-8375-809X)

Vargas Rios, Isis Zahir (orcid.org/0000-0002-5725-4138)

ASESOR:

Dr. Vallejos Torres, Geomar (orcid.org/0000-0001-7084-977X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ
2023

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a mis padres Lita y Elmer, ya que ellos fueron mi soporte durante toda mi formación universitaria, se convirtieron en mi principal estímulo para el cumplimiento de todas mis metas y propósito. Les dedico esta tesis con un gran cariño, gratitud por todo lo que hicieron por mí, me apoyaron y confiaron en mí.

Maricielo Skarly Rios Garcia

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador, darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi hijo Xander Valentino que se convirtió en lo máspreciado de mi vida, a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, a mi pareja por su apoyo incondicional y ayudarme en esta etapa nueva de mi vida, a mis hermanos por estar siempre presentes y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Isis Zahir Vargas Ríos

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, a mis docentes universitarios, por sus enseñanzas, a mis padres por los valores inculcados durante esta vida universitaria, ya que siempre me estuvieron apoyando en todo momento y me brindaron su ayuda incondicional.

Marcielo Skarly Rios Garcia

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Reniger y Rosana, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado y a mi hijo Xander por motivarme en todo lo que me propuesto.

Isis Zahir Vargas Ríos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de investigación.....	13
3.1.2. Diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.2.1. Variable dependiente.....	13
3.2.2. Variable independiente tipo cuantitativa:.....	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.3.1. Población:.....	15
3.3.2. Muestra.....	16
3.3.3. Muestreo.....	16
3.3.4. Unidad de Análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.5.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	17
3.5.2. Identificación del lugar recolección de la muestra.....	18
3.5.3. Recolección del recurso hídrico (valores iniciales pre tratamiento).....	18
3.5.4. Recolección del recurso hídrico (prueba experimental).....	20
3.5.5. Caracterización del material vegetal.....	20
3.5.6. Instalación de los estanques experimentales.....	21
3.5.7. Pesado y distribución de las especies vegetales.....	23
3.5.8. Control y evaluación del tratamiento.....	25
3.5.9. Recolección del recurso hídrico (post análisis de agua).....	26

3.5.10. Diseño estadístico- experimental.....	28
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.1. Determinación del tratamiento optimo en los efectos de <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en los parámetros microbiológicos.	30
4.2. Determinación del tratamiento optimo en los efectos de <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en los parámetros parasitológicos.....	31
4.3. Eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos empleando las especies <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>	33
V. DISCUSIONES	39
5.1. Parámetros Microbiológicos.....	39
5.1.1. Coliformes Totales	39
5.1.2. Coliformes Termotolerantes	39
5.1.3. <i>Echerichia Coli</i>	40
5.2. Parámetros Parasitológicos.....	40
5.2.1. Huevos y Larvas Helminthos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 2	Concentración especie vegetal por tratamiento.	23
Tabla 3	Descripción de los tratamientos con las 2 especies macrófitas.	28
Tabla 4	Cuadro de comparación por tratamientos del ensayo Huevos y Larvas Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos.	31
Tabla 5	Cuadro comparativo por tratamientos del ensayo Organismos de Vida Libre: Algas, Copépodos, Rotíferos, Nematodos en todos sus Estados Larvarios.	32
Tabla 6	Prueba de normalidad de datos	33
Tabla 7	Análisis de varianza para la variable Coliformes totales	34
Tabla 8	Análisis de varianza para la variable Coliformes termotolerantes	35
Tabla 9	Análisis de varianza no paramétrica para la variable E. coli (%)	35
Tabla 10	Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes totales 36	37
Tabla 11	Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes termotolerantes	37
Tabla 12	Operacionalización de variables	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de ubicación geográfica del área de estudio en el centro poblado Santa Catalina, Moyobamba.	17
Figura 2	Ubicación geográfica del punto de muestreo en el centro poblado Santa Catalina, Moyobamba.	18
Figura 3	Recolección de muestra para análisis en los parámetros microbiológicos y parasitológicos - valores iniciales.	19
Figura 4	Proceso de recolección del recurso hídrico para pruebas experimentales.	20
Figura 5	Especies macrófitas Lemna minor y Eichhornia crassipes.	21
Figura 6	Instalación de estanques	22
Figura 7	Llenado de los estanques	22
Figura 8	Pesado de las especies macrófitas.	23
Figura 9	Distribución de las especies macrófitas.	24
Figura 10	Seguimiento de las pruebas experimentales	25
Figura 11	Seguimiento evaluación del tratamiento.	26
Figura 12	Recolección de muestra para análisis en los parámetros microbiológicos y parasitológicos – post tratamiento.	26
Figura 13	Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo Coliformes totales 35°C (NMP/100mL).	30
Figura 14	Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100mL).	30
Figura 15	Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo <i>E. coli</i> 44.5°C (NMP/100mL). 31	
Figura 16	Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes totales	37
Figura 17	Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes termotolerantes	38

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023”, tiene como objetivo Evaluar la eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando las especies ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en aguas superficiales. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño de investigación cuasi experimental. La muestra de esta investigación está constituida por 120 litros de agua obtenidos de la captación, donde se dividió en 6 estanques experimentales concluyendo 20 litros para cada prueba, cantidad necesaria para cada aplicación del tratamiento. Se trabajo con 3 dosis diferentes (*Lemna minor*: T1=50 g, T2=75 g, T3= 110 g) y (*Eichhornia crassipes*: T4=50 g, T5=75 g, T6=110 g). Los resultados obtenidos mostraron que, en la mayor cantidad de análisis hechos, en los parámetros microbiológicos y parasitológicos, la mayor eficiencia se dio con el tratamiento T4, con un porcentaje promedio de 91,36 % de remoción en coliformes totales, más que en la mayoría de parámetros analizados. De esta manera, se confirmó que, de los 6 tratamiento realizados, el tratamiento T4 se encuentra óptimo para los demás parámetros analizados.

Palabras clave: Disminución, *Lemna minor*, *Eichhornia crassipes*.

ABSTRACT

The present research work entitled "Analysis of microbiological and parasitological parameters using Lemna minor and Eichhornia crassipes in surface waters, Santa Catalina district, Moyobamba, 2023", aims to evaluate the efficiency in the reduction of microbiological and parasitological parameters using the species Lemna minor and Eichhornia crassipes in surface waters. The type of research was applied, with a quasi-experimental research design. The sample of this investigation is made up of 120 liters of water obtained from the catchment, where it was divided into 6 experimental ponds concluding 20 liters for each test, the amount necessary for each treatment application. We worked with 3 different doses (Lemna minor: T1=50 g, T2=75 g, T3= 110 g) and (Eichhornia crassipes: T4=50 g, T5=75 g, T6=110 g). The results obtained showed that in the largest number of analyzes made, in the microbiological and parasitological parameters, the highest efficiency occurred with the T4 treatment, with an average percentage of 91.36% removal in total coliforms, more than in the majority. of parameters analyzed. In this way, it was confirmed that of the 6 treatments carried out, the T4 treatment is optimal for the other parameters analyzed.

Keywords: Diminution, *Lemna minor*, *Eichhornia crassipes*.

I. INTRODUCCIÓN

“El agua es un recurso indispensable para las personas y el planeta. La importancia de este líquido va más allá de entender que es necesario solo para la existencia del ser humano, sino también para las múltiples actividades que realiza para sobrevivir; estamos viviendo en una era donde todo organismo vivo se ve afectado por la disminución de este recurso, comprendiendo que la vida en la tierra podría terminar en unos cuantos años sin presencia de este vital elemento” (Flores, 2015).

La sociedad se encuentra en constante evolución, esto es directamente proporcional al consumo de agua aumentando exponencialmente su uso, y lamentablemente la calidad del agua en todo el mundo va deteriorándose cada día con el desarrollo de la sociedad (Asenjo, 2019). Esto lleva a cabo que se realice un tratamiento técnicamente complejo o de alto costo, como por ejemplo uno de los procesos es la eliminación de sólidos en suspensión cuya composición contiene contaminantes biológicos que degradan las propiedades organolépticas del recurso alterando drásticamente su composición física, química y microbiológica (Quispe, 2021). Así como también se puede encontrar microorganismos patógenos del tipo *gram negativas del género pseudomonas, flavobacterium, gallionella, aeromonas, vibrio, achromobacter* (Oblitas, 2016), muy nocivo para la salud humana y animal por esta razón que se realiza una serie de tratamientos ya sea del tipo convencional o avanzado (Piraneque, 2018). En la actualidad, existen diversas técnicas que se aplican para mejorar las condiciones microbiológicas del agua ya sea mediante la aplicación de plantas acuáticas cuyo objetivo es la biorremediación por medios naturales debido a los compuestos activos que se pueden encontrar en su composición vegetal (Benavides, 2018).

“El uso de las microalgas (organismos fotoautótrofos) se emplea como alternativa de fitorremediación de aguas contaminadas ya sea por compuestos orgánicos, metales o microorganismos que se establecen en el agua (Nazir, 2020). Son captados por las raíces y secuestrados,

degradados, inmovilizados o metabolizados por la propia planta o por los microbios que desarrollan las raíces. (Delgadillo, 2011).

En el Perú existen diversas localidades que emplean el agua superficial como principal punto de captación para recolectar y abastecerse de este recurso (ríos, quebradas, lagos, etc.), esto debido a su fácil recolección al estar en un medio expuesto a diferencia de acuíferos o venas subterráneas de agua (Cóndor, 2020). Por ende, estos efluentes en algunos casos son la desembocadura de desagües que contienen una gran carga microbiana como los coliformes totales y fecales (Quispe, 2021).

El daño que puede causar los coliformes totales, fecales y *Escherichia coli.*, son principalmente enfermedades gastrointestinales en personas generando así diarreas, dolores de estómago, náuseas entre otras, (Romero, 2019).

“En Perú, el 24,7% de la población rural no tiene acceso al agua a través de redes públicas, principalmente a través de ríos, acequias, manantiales u otras fuentes”. (INEI, 2020).

En el caserío de Santa Catalina, el tratamiento de agua potable es muy escaso, ya que esta comunidad solo cuenta con tratamientos convencionales como la decantación de sólidos en suspensión y la desinfección con cloro, el cual viene a hacer un proceso con baja efectividad para asegurar la calidad del recurso en las personas que lo consumen. La problemática ambiental del caserío Santa Catalina es de que no cuenta con un sistema eficiente en el tratamiento de agua potable, toda vez que aún se presentan considerables casos en infecciones estomacales y diarreicas sobre todo en niños que viven en dicho lugar (Municipalidad distrital Santa Catalina, 2023), por tal razón en la actualidad se busca soluciones a este problema; siendo una de las herramientas adecuadas para la purificación del agua el uso de plantas acuáticas purificadoras que poseen las características de absorber, eliminar o detener algunos compuestos orgánicos e inorgánicos que pueden existir en el agua (Bernedo, 2020). En esta

investigación se utilizó ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes***, más conocidas como lentejas de agua y el Jacinto de Agua, que son conocidas por sus propiedades de purificación para el tratamiento de aguas. Ante ello se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál es la eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando las especies ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en aguas superficiales, distrito de Santa Catalina, Moyobamba, 2023?; Los problemas específicos son los siguientes; ¿Cuál es el efecto de ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en los parámetros microbiológicos en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023?, ¿Cuál es el efecto de ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en los parámetros parasitológicos en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023?.

Presentamos los tipos de justificación donde iniciamos con la justificación teórica; el trabajo de investigación se fundamenta en las variables de investigación de acuerdo a las normas legales que determinan los estándares nacionales de calidad ambiental del agua y los límites máximos permisibles aprobados por el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, para su aplicación se desarrollan normas complementarias en que los parámetros pertenecientes a la categoría 1- A que muestran parámetros microbiológicos y parasitológicos debe mantener en un rango de 50NMP/100 ml y 0 N° Organismo/L respectivamente para aprovechamiento de recursos hídricos superficiales mediante procesos de tratamiento tradicionales o avanzados. La justificación práctica se manifiesta; la investigación contribuye a reducir una problemática tan crucial e importante, optimiza las características del recurso así este califica de acuerdo a sus condiciones óptimas para su aprovechamiento. En base a la justificación metodología, el trabajo es una investigación cuantitativa de tipo experimental, que se estructura y divide en fases durante el proceso de elaboración, comenzando con el uso en primera instancia de un análisis inicial de los parámetros de la primera muestra recolectada, seguido de una fase experimental de pruebas en el laboratorio, donde se percibirá de acuerdo con el propósito del estudio,

utilizando diferentes variedades de especies vegetales para capturar su efectividad de acuerdo al objetivo de estudio, también se combinarán con ciertos equipos de medición analítica para realizar los cálculos de aplicación adecuados para las variables estudiadas. Del mismo modo la justificación social; estudios dirigidos, revisados y explicados en beneficio de la población del distrito de Santa Catalina, Moyobamba; gracias a los estudios antes mencionados se optimizarán las condiciones de este recurso, y para ello contribuiremos a la consecución de una mejor calidad de los recursos para garantizar la salud de la población. Por lo tanto, se presenta la investigación a la población con el aporte y reducción de parámetros microbiológicos y parasitológicos, optimizándolo hasta alcanzar las condiciones adecuadas para su uso. Finalmente tenemos a la justificación por conveniencia, y esta investigación está relacionado con la importancia de explorar e indagar alternativas más viables y factibles para adecuar el agua hasta alcanzar condiciones suficientes para el consumo, ya que este importante recurso es fundamental para la sostenibilidad de la vida y de suma importancia para la población aledaña, obviamente enfocándose en la población rural y comunidades que carecen de tratamientos convencionales para hacer uso del mismo, y por lo tanto se optó por trabajar en el distrito de Santa Catalina, debido a que el mismo sector es abastecido de agua, en este caso nos basamos en la Quebrada "Santa Catalina". Planteando, así como objetivo general; Evaluar la eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando las especies ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en aguas superficiales, Santa Catalina, Moyobamba, 2023; Seguido por los objetivos específicos: Identificar los efectos de ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en los parámetros microbiológicos en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023; Conocer los efectos de ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** en los parámetros parasitológicos en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023. Consecuentemente planteando como hipótesis de la investigación: La aplicación de ***Lemna minor*** y ***Eichhornia crassipes*** disminuirán los parámetros

microbiológicos y parasitológicos en aguas superficiales, distrito de Santa Catalina, Moyobamba, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Al igual que trabajos de investigación previos a nivel nacional, Guevara et al. (2021) En un estudio titulado *Análisis de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano en el centro poblado Tomaque – Bagua*, tiene como objetivo analizar los parámetros microbiológicos y parasitarios del agua de consumo humano en el centro de Tomaque Bagua, cuando se analizaron dos muestras en cuatro puntos de muestreo. (captación, planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y tuberías) Se detectaron cinco parámetros: E. coli común, E. coli termotolerantes, E. coli, bacterias heterótrofas y formas parasitarias, analizados por métodos de prueba especiales. Con base en los resultados de cuatro sitios de muestreo, el reservorio más contaminado, se obtuvieron los siguientes parámetros: 4100 NMP/100 ml bacterias *coliformes totales*, 1850 NMP/100 ml bacterias *coliformes termotolerantes*, 1650 NMP/100 ml E. coli, 8750 UFC. /ml Bacterias *heterótrofas* y formas parasitarias a 3480 org/L, todos estos parámetros obtenidos se compararon con el estándar válido DS N° 031-2010-SA DIGESA y se constató que estos valores superan los límites máximos permisibles y se llegó a la conclusión que la edificación más contaminada es el reservorio y el agua de este sistema no es apta para el consumo humano. Ferro (2020) en su estudio titulado: *Aplicación de radiación ultravioleta para desinfección bacteriana en el tratamiento de agua potable en Puno*; el objetivo fue evaluar la presencia de E. coli total y termorresistente durante el tratamiento de aguas mediante radiación ultravioleta (UV-C) de categoría C, realizaron los autores del estudio en un laboratorio de control de calidad en una planta de tratamiento de agua potable EPS - EMSA Puno; donde se utiliza un diseño experimental en el que se exponen muestras de agua a la radiación antes mencionada durante 1, 2, 3 y 4 segundos. Como resultado obtuvo lecturas de un promedio de 200, 165, 59 y 0 UFC/100 ml en bacterias coliformes totales y se concluyó que se requerían al menos 4 segundos de tiempo de exposición a la radiación UV-C para inactivar por completo los coliformes totales y termotolerantes presentes en las muestras de

agua. Costa (2021) en su estudio titulado: *evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del Río Chillón durante los meses enero a junio del 2019*, para evaluar la calidad del agua en 6 puntos de aguas residuales a orillas del río Chillón en el periodo de enero a junio del presente año 2019. Para ello, los autores analizaron 12 muestras por mes para análisis fisicoquímicos, como turbidez, pH, temperatura y conductividad, y para análisis microbiológicos, métodos numéricos disponibles, los más probables fueron utilizados para pruebas de coliformes y calor. bacterias resistentes. Como resultado, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental en aguas peruanas, se encontró que de las 72 muestras recolectadas, seis contenían enterobacterias; entre estas muestras positivas, se aislaron 28 cepas lactosa, *Escherichia coli* y *clostridium*; y para los parámetros microbiológicos, todos los puntos estaban contaminados con bacterias con bacterias coliformes totales, bacterias termotolerantes, *Escherichia coli* y *Clostridium spp.*, y descubrieron que en todos los puntos de muestreo, los coliformes totales y los coliformes termotolerantes estaban presentes, y todos los valores estuvieron dentro de los límites máximos permitidos de ECA categoría 3, mientras que solo el 51% de las muestras de las seis estaciones de muestreo tenían *E. Coli*. Araujo et al. (2019) En su estudio sobre la *Eficacia del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en el sector Shango, Moyobamba*, el autor utiliza un método de aplicación pre-experimental para evaluar la efectividad del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los resultados de las pruebas mostraron que la concentración de bacterias coliformes en las aguas residuales domésticas del arroyo Charhuayacu fue de 79.000.000 NMP/100 ml; indica que después de la aplicación de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es superior a LMP - DS N° 003-2010-MINAM determinó la concentración, la cual debe ser de 10.000 NMP/100 ml con una eficiencia de remoción promedio de 97.29%, concluyendo que las aguas residuales domésticas del arroyo

Charhuayacu, tratadas con jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), mostraron una reducción significativa en la concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos después de 40 días de tratamiento. Morales (2014) en el trabajo titulado *análisis de la calidad microbiológica de las aguas subterráneas de la zona de Huachipa - distrito de Lurigancho*, el objetivo fue evaluar la calidad microbiológica de pozos destinados al uso humano en el centro de Santa María de Huachipa - sector Lurigancho, Lima 34 muestras de agua subterránea (pozo) fueron recolectadas por el autor para determinar el número total de *Escherichia coli* y enterococos, el análisis se realizó por el método de mayor probabilidad (MPN), bacterias heterótrofas y *pseudomonas aeruginosa*, que se emplean en los métodos de conteo y filtración de membranas. En los resultados observaron que los valores ambos superaron los límites especificados por MINAM-2008 y DIGESA, indicando así que el 74% (25) de las muestras de agua excedieron los parámetros de bacterias heterótrofas (hasta 500 UFC/ml), el 100% (34) las muestras de agua no cumplieron con el parámetro CGB total (<1,8 NMP/100 ml o no) y el 53% (18) de las muestras de agua excedieron el límite de *Escherichia coli* (<1,8 NMP/100 ml o no). Concluyo que ninguna de las muestras de agua cumplió con los requisitos microbiológicos para el consumo humano, representando un riesgo potencial para la salud del consumidor en vista que hay altos niveles de contaminación microbiológica del Cantón-Jipijapa. Como trabajos previos para la investigación a nivel internacional: Lino et al. (2023) en su estudio titulado *Planta de tratamiento de Eichhornia crassipes en aguas residuales del Cantón de Jipijapa en Ecuador*, el objetivo fue realizar un experimento de fitorremediación de plantas acuáticas en aguas residuales de una planta de tratamiento de aguas residuales. Los autores utilizaron un experimento en el que probaron tres plantas de *Eichhornia crassipes* en áreas densamente pobladas. Las instalaciones pasaron por un proceso de aclimatación antes de tratar las aguas residuales de la planta de tratamiento durante nueve días. Antes y después de comenzar la prueba biológica, analice la conductividad, la turbidez, el color, el olor y pH. Los resultados de las

pruebas fisicoquímicas revelaron un pH ácido de 5,5, una conductividad de 156,0 S/cm, una turbidez del 49,8 %, un color marrón oscuro y un terrible olor del agua. Después de nueve días, los resultados fueron un pH de 8,17, una conductividad de 256,4 siemens per centímetro, una turbidez del 4,71% y un estado incoloro con sólidos e inodoro. Se llegó a la conclusión de que la planta de tratamiento de aguas residuales, junto con su capacidad fitorremediadora de *E. crassipes*, podría ser una solución de tratamiento de aguas residuales ambientalmente amigable. Guashpa et al (2021) en su estudio sobre la caracterización microbiológica de muestras de agua servidas previamente filtradas de la comunidad de San Vicente de Lacas en la provincia de Chimborazo, tuvo como objetivo analizar y caracterizar microbiológicamente de las muestras de aguas residuales pre filtradas por procesos mecánicos para analizar y mejorar la higiene de la población. Los autores utilizaron métodos y técnicas inductivas de acuerdo con normas estandarizadas a nivel nacional e internacional, como la NTE INEN 2 226:2000 y los Métodos Estándar para el Examen de Aguas y Aguas Residuales (SMEW). Para comparar y validar los datos a su vez, ya que utilizaron el documento TULSMA y las guías de calidad ambiental para aguas ecuatorianas con base en muestras obtenidas en marzo/mayo de 2021 para obtener información relevante que indique la presencia de patógenos contaminados con heces, y concluyeron que el agua residual prefiltrada presentó un alto grado de contaminación, por lo que la fuente de agua puede contribuir a diversos trastornos gastrointestinales y no debe consumirse por personas ni animales. Prato et al. (2020) en su estudio titulado: *evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas subterráneas de un área rural de baja altitud en los andes de Venezuela*, el cual tiene como objetivo caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente el agua de cuatro pozos subterráneos en zonas rurales del estado de Mérida, que determina su factibilidad para su uso como agua potable; en el estudio utilizó un enfoque cuantitativo transversal con grado de correlación y alcance explicativo, diseño de

campo y muestreo intencional no probabilístico consistente en cuatro pozos de agua subterránea en la comunidad con 4 experimentos básicos realizados cada 15 días durante dos meses. Los autores concluyeron a partir de los parámetros microbianos que las muestras contenían una gran cantidad de bacterias heterótrofas, muchas de ellas son parte del microbiota local y pueden ser contaminantes transitorios, no aptos para el consumo humano debido a su tamaño según las normas internacionales para límites microbiológicos de aguas potables. Aguirre et al. (2018) en su investigación de *alternativas naturales para el tratamiento del agua del río Magdalena en Palermo, Colombia*, tuvo como objetivo la evaluación de su efectividad en el uso de sustancias derivadas de semillas de *Moringa oleífera* y *Opuntia ficus-indica*, en las propiedades del agua del río Magdalena que se utilizan para su consumo, el estudio se llevó a cabo en el laboratorio de la universidad de Magdalena, las muestras se recolectaron en recipientes de plástico preesterilizados con agua caliente y luz ultravioleta, y luego se analizaron en clima lluvioso y el muestreo se realizó en la estación de lluvia y seca; en invierno, los resultados mostraron mayores valores de turbidez y mayor carga de contaminación por coliformes totales y fecales, y consideraron síntomas gastrointestinales en más del 25% de la población ribereña tiene problema con este recurso al utilizar, concluyendo que las sustancias naturales de *M. oleífera* y *O. ficus-indica* pueden mejorar la turbidez y el color del agua del río Magdalena. Mendoza et al. (2016) Un estudio titulado *la fitorremediación como alternativa al tratamiento de aguas residuales domésticas en el municipio de Riojacha (Colombia)* evaluó el tratamiento biológico de las aguas residuales domésticas en el municipio de Riojacha (Colombia) proporcionando un tratamiento experimental. El propósito de esta prueba es comprender su efectividad en la eliminación de cargas orgánicas e indicadores de contaminación fecal. Implementaron un sistema de fitorremediación a escala de laboratorio que consta de 6 unidades que operan en flujo semicontinuo con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 7 días. Tres unidades recibieron plantas de *jacinto de agua* y los tres restantes

servieron como controles (sin plantas). Los hallazgos indicaron que las plantas con equipos de tasa de descarga tuvieron una tasa de recuperación del 75 % y que la calidad de las aguas residuales tratadas estuvo en su mayoría dentro de los límites máximos permitidos por la ley colombiana. El 99,9 % de amonio, el 93,1 % de ortofosfato, el 93,9 % de materia orgánica (DQO), el 91,6 % de materia orgánica (DBO 5) y el 99,9 % de coliformes fecales y totales. Se encontró que la fitorremediación es una alternativa viable y efectiva para el tratamiento de aguas residuales domésticas en el municipio de Riojacha, requiriendo únicamente un tratamiento posterior a la desinfección para eliminar los patógenos residuales.

Por otro lado, es importante conocer algunos términos que se utilizara en la investigación. Un concepto fundamental es conocer los microorganismos del agua. “Microorganismos: Son bacterias que tienen un papel importante para la descomposición de la materia orgánica en plantas de tratamiento como en el medio natural. Se clasifican en organismos eucariotas, bacterias, entre otros” (Perales, 2018). Entre esas bacterias se encuentra los “coliformes totales: Son bacterias que se encuentran tanto en el suelo como en el agua, que ha sido contaminada por desechos humanos como animal”. “Coliformes fecales: Es una bacteria anaeróbica, que se encuentra ubicado en los intestinos de los animales con sangre caliente, que puede llegar a dar problemas intestinales a las personas que lo ingieren” (Ugarte, 2021). “Las plantas depuradoras de microorganismos hacen que se lleve a cabo restaurar el agua contaminada con compuestos orgánicos, nutrientes o metales. Dependiendo del tipo de aguas residuales a tratar se pueden utilizar plantas sumergidas, sumergidas o flotantes, y también se pueden encontrar ejemplares que se pueden vender como plantas ornamentales y así crear nuevas fuentes económicas fuera de los beneficios ambientales.” (Rodriguez, 2019). Seguidamente está el concepto de las plantas biorremedadoras que se utilizara en esta investigación. *Eichhornia crassipes*, más conocida como jacinto de agua es una especie de planta acuática de la familia Pontederiaceae.

Tiene tubérculos aéreos que le permiten flotar en el agua y producir flores de color púrpura, estas dos plantas al ser especies acuáticas, tienen características biorremedadoras que se utilizan para la eliminación de microorganismos acuáticos” (Gonzales, 2019). *Lemna minor*, es una pequeña planta acuática que es más conocida como lenteja de agua, entre sus propiedades funciona como una planta bioderremedadora de aguas residuales ya que tiene gran capacidad de eliminar nutrientes y metales que se puede encontrar en el agua.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, debido a que se identificó la problemática in situ, siendo estas las muestras de agua recolectadas en la quebrada Santa Catalina; para lo mencionado se busca determinar la eficiencia de un tratamiento empleando las especies vegetales *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* como parte de una posible solución a la investigación.

“La investigación aplicada está orientada en llevar los conocimientos a la práctica, como también de conservar los estudios científicos con el fin de hallar tecnologías, metodologías y protocolos que den respuestas a aspectos de mejora en situaciones de la vida cotidiana” (CONCYTEC 2018, p.7).

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, pues se analizó los parámetros microbiológicos y parasitológicos (variable dependiente) en función a las condiciones de muestras de agua sometidas a un proceso fitorremediador empleando las especies vegetales *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*, además el equipo se designa a discreción de los investigadores, no al azar; El proceso se desarrolla a escala piloto en el que se manipula la variable dependiente.

Hernández, Fernández y Baptista (2015, p.151) “En algunos diseños cuasiexperimentales, manipulas varias variables, independientes o dependientes, y luego observas el efecto que tienen en una o más variables”.

3.2. Variables y operacionalización

3.3.1. Variable dependiente

“Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos.”

Definición conceptual: “Son parámetros de gestión de riesgos que indican la aceptabilidad del recurso hídrico o del medio como factor

ambiental, ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad del recurso” FAO (2013).

Definición operacional: Se midieron según métodos de ensayo para análisis microbiológicos y parasitológicos; Coliformes Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C. 23rd Ed. 2017; Coliformes Termotolerantes: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 23rd Ed. 2017; Formas Parasitarias: Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust; *Escherichia coli*: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E, G2. 23rd Ed. 2017.

Dimensión:

- Parámetros microbiológicos
- Parámetros parasitológicos

Indicadores:

- Coliformes Totales (NMP/100 ml)
- Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)
- Formas parasitarias
- *Escherichia coli*
- Organismos de vida libre (algas y nematodos).

Escala de medición: Intervalo

3.2.2. Variable independiente tipo cuantitativa:

“*Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* en aguas superficiales”

Definición conceptual: “Comprende una amplia y diversa variedad de plantas, que han demostrado ser efectivas en la remediación de aguas con nutrientes, materia orgánica y sustancias tóxicas como el arsénico, el zinc, el cadmio, el cobre, el plomo, el cromo y el mercurio.” Lara et al. (2012).

Definición operacional: Las especies vegetales fueron distribuidas en las pruebas experimentales de acuerdo a las siguientes concentraciones: 4g, 8g y 12g, de acuerdo a los datos recolectados

post tratamiento se determinó la concentración con mayor eficacia en la disminución de contaminantes según comparación con los datos iniciales.

Dimensión: Calidad de especies macrófitas.

Indicadores: Porcentaje de fitodepuración.

Escala de medición: Nominal

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

3.3.1. Población:

La población en esta investigación fue constituida por las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable de la quebrada Santa Catalina que cuenta con un caudal de 0,45 l/s, con un volumen promedio anual de 14 191,20 m³.

Hernández (2013) Es el grupo general de todos los miembros que contienen las mismas propiedades, al igual que las personas, los animales, los objetos y los recursos, así como viven en una habitación determinada.

Criterios de inclusión:

Aquellos efluentes que formaron parte de investigación cumplieron las siguientes condiciones:

- Que se recolectó de la quebrada que abastece el reservorio para uso doméstico en el C.P. Santa Catalina.
- Que no realizan tratamientos adicionales al agua recolectada.

- **Criterios de exclusión:**

Aquellos efluentes que no formaron parte de investigación cumplieron las siguientes condiciones:

- Que no se recolectó de la quebrada que abastece el reservorio para uso doméstico en el C.P. Santa Catalina.
- Que realizan tratamientos adicionales al agua recolectada.

3.3.2. Muestra

Este punto de recolección se seleccionó por el mayor índice de abastecimiento para consumo, del mismo modo por el fácil acceso de uso. En total la muestra a recolectar fue constituida por 120 litros de agua obtenidos del punto de distribución, cantidad dividida homogéneamente en los 6 estanques experimentales constituyendo 20 litros para cada prueba, cantidad necesaria para la aplicación del tratamiento en repetitivas pruebas experimentales.

López (2014), Comprender o determinar una investigación más detallada sobre el número o parte de la población.

3.3.3. Muestreo

Se tiene un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia ya que el investigador buscó el punto donde realizó la toma de muestra.

3.3.4. Unidad de Análisis

El efluente obtenido mediante reservorio en el C.P. Santa Catalina, provincia de Moyobamba 2023.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Observación de datos	Guía para el muestreo de agua: Formato muestreo de aguas superficiales.	- RD N° 2254 - 2007 – DIGESA - SA
Observación Experimental	Registro control de campo: Formato observaciones semanales del proceso en las pruebas experimentales de ambas especies (características organolépticas del recurso).	- Estándares nacionales de calidad ambiental para agua - Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

<p>Observación de datos</p>	<p>Cadena de custodia: Formato resultados de laboratorio (parámetros microbiológicos y parasitológicos) se registró en el formato proporcionado por el laboratorio</p>	<p>- Laboratorio Referencial Regional de Salud Pública San Martín.</p>
------------------------------------	---	--

3.5. Procedimientos

3.5.1. Ubicación geográfica del área de estudio

La problemática en esta investigación fue identificada en el centro poblado Santa Catalina (Figura 1A), provincia de Moyobamba y región de San Martín, con coordenadas UTM 18M 281781 9337345 (Figura 1B)

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del área de estudio en el centro poblado Santa Catalina, Moyobamba.



Nota. (A), Imagen satelital del C.P. Santa Catalina y (B), punto seleccionado para toma de coordenadas UTM.

3.5.2. Identificación del lugar recolección de la muestra

Para la selección del punto de muestreo se consideró el sistema hidráulico donde se realiza la captación de agua (Figura 2A) donde posteriormente el recurso es almacenado en el reservorio, se seleccionó 1 punto de muestreo ya que es de donde se abastece el reservorio que distribuye el recurso superficial (Figura 2B) a toda la comunidad, coordenadas UTM 18 M 283176 9338836 registrado con un equipo GPS marca GARMIN de acuerdo a Espinoza (2016).

Figura 2 Ubicación geográfica del punto de muestreo en el centro poblado Santa Catalina, Moyobamba.



Nota. (A), Infraestructura del sistema de captación hidráulica y (B), cuerpo de agua superficial.

3.5.3. Recolección del recurso hídrico (valores iniciales pre tratamiento)

Para la obtención de los valores iniciales del recurso se realizó la toma de muestra del efluente (Figura 3A) de acuerdo a la RD N° 2254 - 2007 – DIGESA - SA, para el cual se usó un frasco de laboratorio modelo GL 45 de vidrio de borosilicato, con rosca según DIN GL 45 con división (Figura 3B), se recolectó 500 ml del efluente

con las consideraciones de preservación, esta muestra se envió al Laboratorio Referencial Regional de Salud Pública San Martín para su posterior análisis en los parámetros microbiológicos y parasitológicos (coliformes totales, coliformes Termotolerantes, formas parasitarias, *Escherichia coli*, organismos de vida libre (algas y nemátodos) según Delgado, (2020).

El análisis preliminar de agua es adecuado para el método utilizado, ya que el propósito del análisis preliminar es determinar los valores iniciales antes de iniciar el tratamiento con diferentes especies de plantas en diferentes concentraciones y así obtener datos consistentes con los valores originales. Los parámetros microbiológicos y parasitológicos se utilizarán más adelante.

Figura 3 Recolección de muestra para análisis en los parámetros microbiológicos y parasitológicos - valores iniciales.



Nota. (A), Recolección de muestra según la RD N° 2254 - 2007 – DIGESA – SA y (B), procedimiento cierre hermético de la muestra recolectada.

3.5.4. Recolección del recurso hídrico (prueba experimental)

Para la prueba experimental se empleó 120 litros totales de agua superficial, siendo 6 tratamientos se distribuyó 20 litros por estanque según Gonzales (2021), se ubicó la zona de abastecimiento y se lavó tres veces los recipientes para homogenizar la muestra con el cuerpo de agua (Figura 4A), posteriormente se trasladó al lugar de la experimentación en timbos completamente desinfectados con cierre hermético (Figura 4B) según lo explica Mendoza, (2018).

Figura 4 Proceso de recolección del recurso hídrico para pruebas experimentales.



Nota. (A), homogenización de los envases con el cuerpo de agua y (B), timbos con cierre hermético.

3.5.5. Caracterización del material vegetal

Se recogieron las especies macrófitas *Eichhornia crassipes* (Figura 5A) y *Lemna minor* (Figura 5B) clasificándolas de acuerdo a las condiciones propicias para la experimentación (tamaño, color,

peso), posteriormente serían seleccionadas y pesadas para su instalación en el ecosistema artificial según García (2021).

Figura 5 Especies macrófitas *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*.

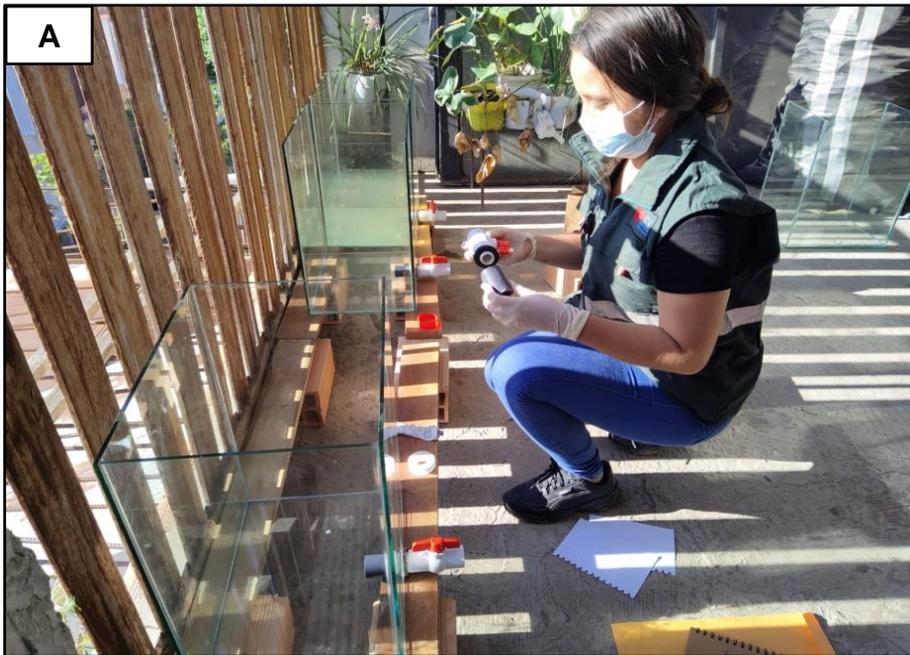


Nota. (A), selección de material vegetal especie *Eichhornia crassipes* y (B), selección de material vegetal especie *Lemna minor*.

3.5.6. Instalación de los estanques experimentales

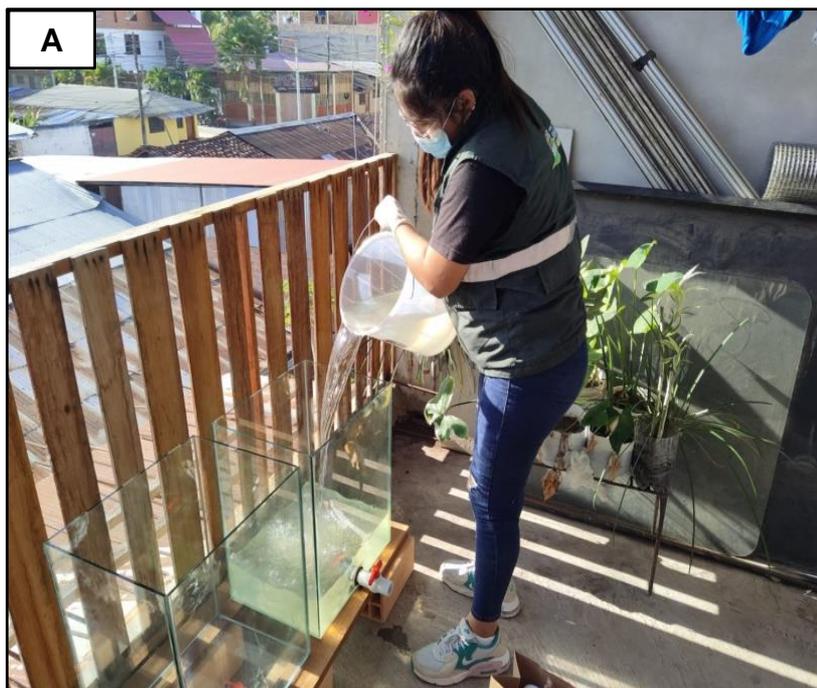
Se ubicó un espacio con incidencia solar (8 hrs diarias) en el cual se acondicionó el lugar donde se posicionó los estanques para la experimentación con las especies macrófitas en 6 tratamientos, se construyó y empleó 6 estanques y tuvieron como dimensiones 50 cm x 40 cm x 30 cm de acuerdo a Pinedo (2020); En la parte inferior a 10 cm de la base se realizó un corte circular de 3/4" en el cual se instaló una válvula de paso (Figura 6A) para la posterior recolección de muestra (post tratamiento), una vez sellado las válvulas de paso se añadió 20 litros de muestra en cada estanque (Figura 7A) haciendo un total de 120 litros entre los 6 tratamientos, de esta forma se inició el tratamiento biológico.

Figura 6 Instalación de estanques



Nota. (A), instalación de válvula de paso 3/4" y sellado hermético del desfogue.

Figura 7 Llenado de los estanques



Nota. (A), Se llenó homogéneamente los estanques para su posterior clasificación de acuerdo a los tratamientos.

3.5.7. Pesado y distribución de las especies vegetales

Se seleccionó 3 tratamientos por cada especie (*Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*), y fueron divididos en las siguientes concentraciones:

Tabla 2 Concentración especie vegetal por tratamiento.

N° de tratamiento	Especie	Concentración
T1	<i>Lemna minor</i>	50 g
T2	<i>Lemna minor</i>	75 g
T3	<i>Lemna minor</i>	110 g
N° de tratamiento	Especie	Concentración
T4	<i>Eichhornia crassipes</i>	50g
T5	<i>Eichhornia crassipes</i>	75 g
T6	<i>Eichhornia crassipes</i>	110 g

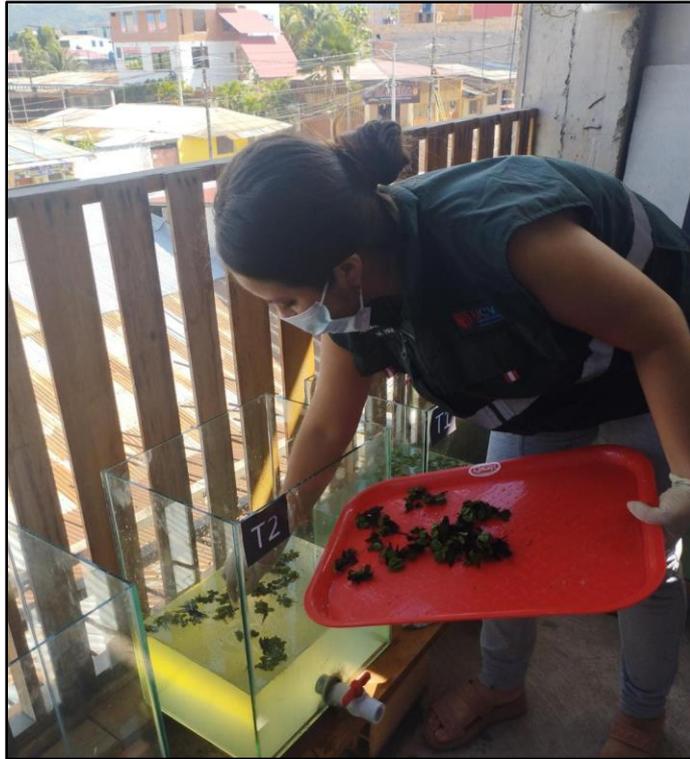
Posteriormente se pesó empleando una balanza digital (Figura 8A) cada especie según Suyon (2020) ubicándolas en el medio artificial correspondiente a cada tratamiento (Figura 9A), con las consideraciones de instalación se manipuló cuidadosamente las especies para evitar algún desperfecto con el sistema radicular o su condición fisiológica vegetal en cada uno de los ejemplares, de esta manera se terminó la instalación de las especies macrófitas en cada uno de los estanques (Figura 9B) y se tuvo que esperar 35 días para ver los resultados.

Figura 8 Pesado de las especies macrófitas



Nota. (A), se pesó 50g de la especie *Lemna minor* correspondiente al tratamiento T3.

Figura 9 Distribución de las especies macrófitas



Nota. (A), se distribuyó 75g de la especie *Lemna minor* correspondiente al tratamiento T2.



Nota. (B), tratamientos instalados y sellados con plástico protector.

3.5.8. Control y evaluación del tratamiento

Mediante el uso de nuestros instrumentos de recolección de datos se observó y determinó la incidencia de las especies macrófitas en el medio artificial, anotando el proceso y su continuidad en el medio según las características organolépticas del recurso (olor y color), estas anotaciones se realizó de manera semanal desde el inicio de las pruebas experimentales con un seguimiento continuo empleando el formato de recolección de datos (Figura 10A), posteriormente se recolectó información de acuerdo a los muestreos de agua realizados empleando nuestro formato guía de muestreo de agua (Figura 11A).

Figura 10 Seguimiento de las pruebas experimentales

A	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		REGISTRO DE CONTROL DE CAMPO - FASE EXPERIMENTAL		N° : 01 Fecha: 26/05/2023			
	Lugar de investigación: Jr. Los Andes N° 645		Distrito: Morales		Departamento: San Martín			
Responsables:		DNI: Maricelo Skarly Ríos García 70769873			DNI: Isis Zahir Vargas Ríos 72935902			
PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemma minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.								
Semana: 01		CONDICIÓN SITUACIONAL - PRUEBAS EXPERIMENTALES					OBSERVACIONES:	
Tratamiento:		Especie:		Factor ambiental a evaluar: Recurso hídrico				
				Olor	Color	Textura		
T1		Eichhornia crassipes						
T2		Eichhornia crassipes						
T3		Eichhornia crassipes						

Nota. (A), formato de registro control de campo correspondiente a la especie *Eichhornia crassipes*.

Figura 11 Seguimiento evaluación del tratamiento.

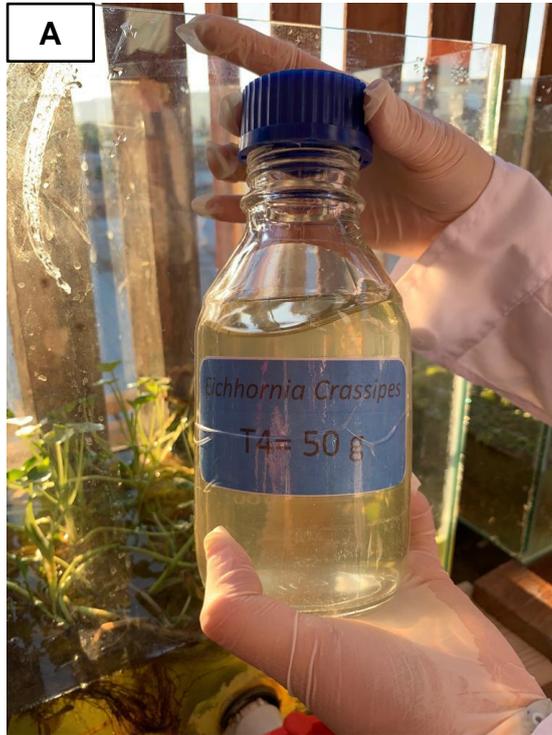
A	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					GUÍA MUESTREO DE AGUA			N° : 01 Fecha: 17/05/2023	
Lugar de investigación: Jr. Los Andes N° 645		Distrito: Morales			Departamento: San Martín					
Responsables: Maricielo Skarly Ríos García DNI: 70769873		Isis Zahir Vargas Ríos DNI: 72935902			PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.					
PUNTO DE MUESTREO: Sistema de captación hidráulica - C.P. Santa Catalina		Coordenadas UTM: 18 M X: 283176 Y: 9338836								
PRUEBA:	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS					OBSERVACIONES:				
	Coliformes totales	Coliformes termotolerantes	<i>E. coli</i>	Parasitológico	Organismos de vida libre					
PRE TRATAMIENTO:	3.9 x 10 NMP/100mL	1.4 X 10 NMP/100mL	4.5 NMP/100mL	Ausencia	Presencia	Es notable que los valores iniciales no presentan un riesgo mortal para la salud humana, pero sí tiene valores que sin tratamiento podrían tener afectación alguna.				
POST TRATAMIENTO: T1										
POST TRATAMIENTO: T2										
POST TRATAMIENTO: T3										
POST TRATAMIENTO: T4										
POST TRATAMIENTO: T5										
POST TRATAMIENTO: T6										

Nota. (A), formato guía de muestreo de agua correspondiente a los tratamientos realizados.

3.5.9. Recolección del recurso hídrico (post análisis de agua)

Pasado los 35 días, se determinó el tiempo óptimo de tratamiento para cada una de las especies en los tres tratamientos realizados correspondientemente a la especie logrando una uniformidad en los parámetros, toda vez culminado la etapa experimental se recolectaron 10 litros de muestra (Figura 12A) en cada tratamiento para su posterior análisis en laboratorio correspondiente a los parámetros microbiológicos y parasitológicos según lo explica Pinedo, (2020).

Figura 12 Recolección de muestra para análisis en los parámetros microbiológicos y parasitológicos – post tratamiento.



Nota. (A), Recolección de la muestra T4 post tratamiento con 50 g de *Eichhornia Crassipes*



Nota. (B), Tratamientos muestreados y sellados para envío al laboratorio referencial San Martín.

3.5.10. Diseño estadístico- experimental

La investigación consistió en un diseño estadístico experimental, se empleó el diseño completamente al azar (DCA); con 6 tratamientos experimentales variando la dosificación seleccionando 3 tratamientos por cada especie (*Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*).

Tabla 3 Descripción de los tratamientos con las 2 especies macrófitas.

Tratamiento	Descripción
T1	50g de <i>Lemna minor</i> + 20l de muestra
T2	75 g de <i>Lemna minor</i> + 20l de muestra
T3	110 g de <i>Lemna minor</i> + 20l de muestra
T4	50 g de <i>Eichhornia crassipes</i> + 20l de muestra
T5	75g de <i>Eichhornia crassipes</i> + 20l de muestra
T6	110g de <i>Eichhornia crassipes</i> + 20l de muestra

3.6. Método de análisis de datos

Todos los datos obtenidos por los métodos de ensayo en el laboratorio mediante la experimentación en campo se compararon por medio de cuadros y tablas estadísticas presentadas para análisis de varianza ANOVA y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el programa estadístico IBM SPSS 22.0 para Windows, de manera similar correlacionada de Spearman de entre los valores iniciales con los finales en las 6 muestras de agua analizadas.

Con los resultados recolectados post tratamiento, se determinó la eficiencia de las especies macrófitas en el medio experimental de acuerdo a Cortés (2021), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de la especie fitorremediadora (\%)}: \frac{mi-mf}{mi} \times 100;$$

- Muestra inicial = mi
- Muestra final = mf

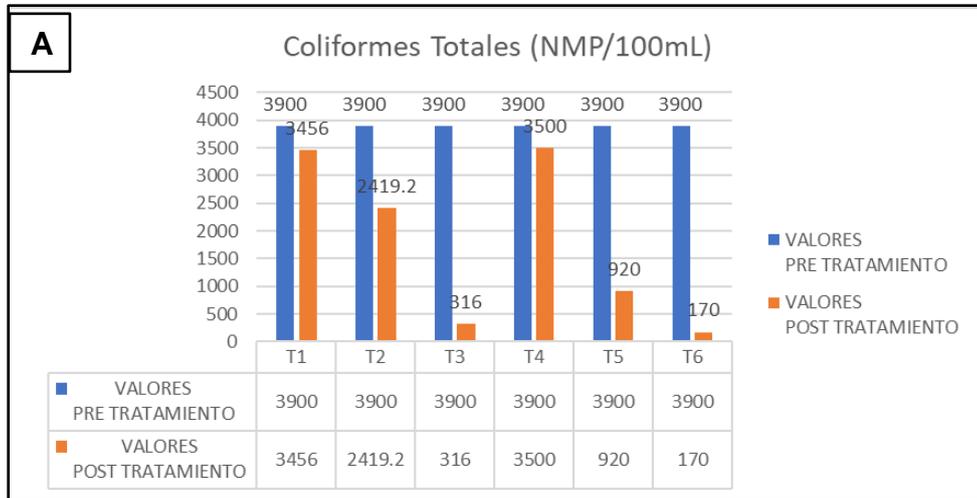
3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó teniendo en cuenta a los autores que realizaron trabajos previos de acuerdo con las variables de estudio y se realizaron los principios de la norma ISO 90:2013, guiándose a lo que establece el MINAM, de acuerdo con los máximos límite permisible - Decreto Supremo N° 015 -2015-MINAM. En el diseño y elaboración del informe de investigación se tuvo en cuenta la orientación del producto observado de la Universidad César Vallejo - Escuela de Ingeniería Ambiental Profesional.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del tratamiento óptimo en los efectos de Lemna minor y Eichhornia crassipes en los parámetros microbiológicos.

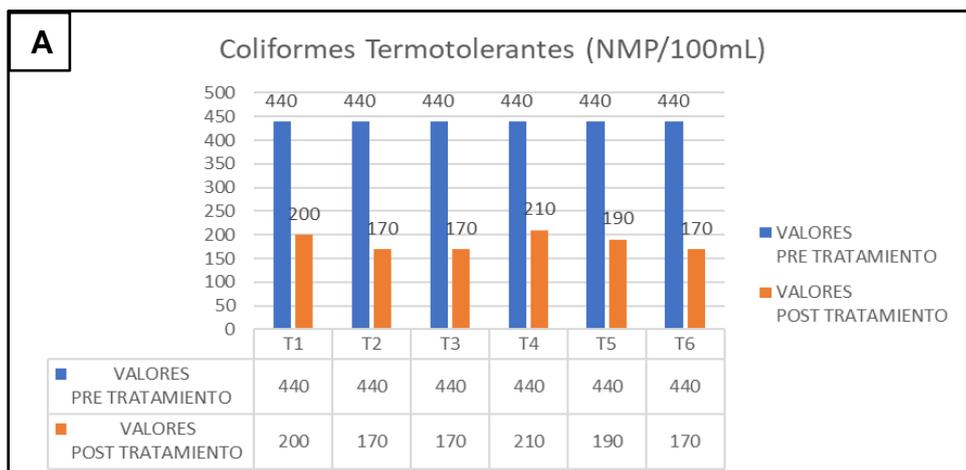
Figura 13 Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo Coliformes totales 35°C (NMP/100mL).



Interpretación:

Observando los valores, se notó que el tratamiento T6 presenta el valor más bajo, con 170 NMP/100mL. Esto indica que T6 es el tratamiento más efectivo en la disminución de los Coliformes Totales en el agua. Por lo tanto, con base en los resultados del ensayo proporcionado, el tratamiento T6 es el más efectivo para la disminución de los Coliformes Totales en esta investigación.

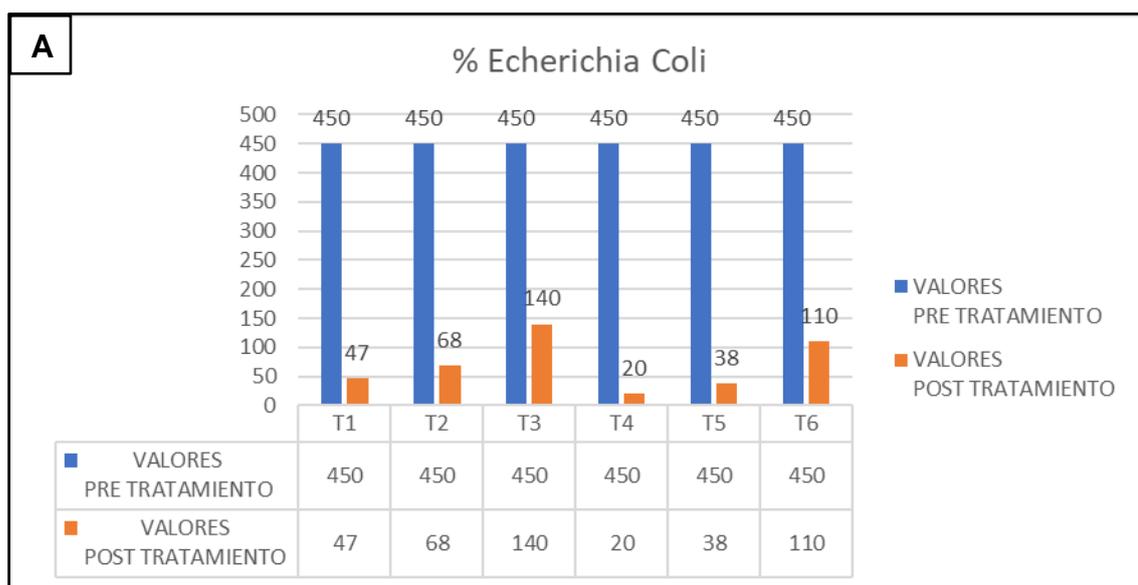
Figura 14 Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100mL).



Interpretación:

Observando los resultados, los tratamientos T2, T3 y T6 tienen el mismo valor de 170 NMP/100mL, siendo el valor más bajo entre todos los tratamientos. Esto significa que estos tres tratamientos lograron una disminución efectiva de los Coliformes Termotolerantes en el agua a un nivel de 170 NMP/100mL.

Figura 15 Gráfico de comparación por tratamientos del ensayo *E. coli* 44.5°C (NMP/100mL).



Interpretación:

Al analizar los valores, el tratamiento T4 tiene la concentración más baja de *Escherichia coli*, con 20 NMP/100mL. Por lo tanto, el tratamiento T4 fue considerado el mejor tratamiento en base a los datos proporcionados en el análisis microbiológico, ya que logra una reducción significativa de la presencia de *Escherichia coli* en la muestra de agua superficial.

4.2. Determinación del tratamiento óptimo en los efectos de *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* en los parámetros parasitológicos.

Tabla 4 Cuadro de comparación por tratamientos del ensayo Huevos y Larvas Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos.

N° DE TRATAMIENTO	VALORES PRE TRATAMIENTO	VALORES POST TRATAMIENTO
T1	Ausencia	Ausencia
T2	Ausencia	Ausencia
T3	Ausencia	Ausencia
T4	Ausencia	Ausencia
T5	Ausencia	Ausencia
T6	Ausencia	Ausencia

Interpretación:

Dado que los valores antes y después del tratamiento son todos "Ausencia" de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, no fue posible identificar un mejor tratamiento o evaluar la eficacia de las especies vegetales en la disminución de estos parásitos.

Tabla 5 Cuadro comparativo por tratamientos del ensayo Organismos de Vida Libre: Algas, Copépodos, Rotíferos, Nematodos en todos sus Estados Larvarios.

N° DE TRATAMIENTO	VALORES PRE TRATAMIENTO	VALORES POST TRATAMIENTO
T1	Presencia	Ausencia
T2	Presencia	Presencia
T3	Presencia	Ausencia
T4	Presencia	Presencia
T5	Presencia	Presencia
T6	Presencia	Presencia

Interpretación:

En base a estos datos, se pudo observar que el tratamiento T1 y T3 tuvo una ausencia de organismos de vida libre después del tratamiento. Por otro lado, los tratamientos T2, T4, T5 y T6 mostraron la presencia continua de organismos de vida libre después del tratamiento. Esto sugiere que estos

tratamientos no fueron tan efectivos como el T1 y T3 en la disminución de estos organismos ya que las especies vegetales utilizadas en estos tratamientos no fueron tan eficaces en su reducción.

4.3. Eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos empleando las especies *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*.

Prueba de normalidad

Se realizó la prueba de normalidad (Tabla 06) con el test de Shapiro Wilks, donde se constató que los valores del porcentaje de remoción para los parámetros color, pH y TDS (Totales de sólidos disueltos) presentaron normalidad; mientras que el único valor del porcentaje de remoción que no presento normalidad fue el parámetro turbiedad.

Tabla 6 Prueba de normalidad de datos

Variable	p-valor	Decisión
Coliformes totales	0,8752	Presenta normalidad
Coliformes termotolerantes	0,2675	Presenta normalidad
<i>E. coli</i>	0,0050	No presenta normalidad

Nota: Regla de decisión: i) Si p-valor es mayor al nivel de significancia ($p\text{-valor} > 0,05$), los valores presentan normalidad; ii) Si p-valor es menor al nivel de significancia ($p\text{-valor} < 0,05$), los valores presentan no normalidad, y tienen que ser analizados por una prueba no paramétrica. Elaboración propia.

Interpretación:

Para los coliformes totales, el valor de p es 0.8752, lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Por lo tanto, se puede proceder a aplicar pruebas de medias para comparar los tratamientos en relación con los coliformes totales.

Para los coliformes termotolerantes, el valor de p es 0.2675, lo que también indica que los datos siguen una distribución normal. Al igual que en el caso anterior, se pueden aplicar pruebas de medias para analizar las diferencias entre los tratamientos en relación con los coliformes termotolerantes.

Sin embargo, para la variable de *E. coli*, el valor de p es 0.0050, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Dado que la variable no

presenta normalidad, puede ser necesario aplicar pruebas no paramétricas para comparar los tratamientos en relación con los niveles de *E. coli*.

Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 07) para los valores de eficiencia de remoción de la variable Coliformes fecales obtenido en los seis tratamientos, indica que estadísticamente existen diferencias significativas; aceptándose por tanto que los valores de remoción dependen de coliformes fecales, entre otras condiciones, de la aplicación de diferentes dosificaciones y tipos de plantas remediadoras, mejorando así los niveles de calidad de agua.

Tabla 7 Análisis de varianza para la variable Coliformes totales

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	6	12928,04	2154,67	6595,81	<0,0001
Tratamiento	5	12922,44	2584,49	7911,54	<0,0001
Repetición	1	5,60	5,60	17,15	0,0090
Error	5	1,63	0,33		
Total	11	12929,68			

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

Los resultados del ANOVA, evidencian que hay diferencias significativas entre los tratamientos en relación a la remoción de los coliformes fecales. Esto debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia ($0,0001 < 0,05$). Se tuvo un coeficiente de variación de 1,14 %.

El ANOVA (Tabla 08) para los valores de eficiencia de remoción de la variable Coliformes Termotolerantes obtenido en los seis tratamientos, indica que estadísticamente no existen diferencias significativas; aceptándose por tanto que los valores de remoción no dependen de coliformes Termotolerantes, entre otras condiciones, de la aplicación de diferentes dosificaciones y tipos de plantas remediadoras.

Tabla 8 Análisis de varianza para la variable Coliformes Termotolerantes

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	6	2134,04	355,67	4,42	<0,0623
Tratamiento	5	164,12	32,82	0,41	<0,8265
Repetición	1	1969,92	1969,92	24,46	0,0043
Error	5	402,76	80,55		
Total	11	2536,80			

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

Los resultados del ANOVA, evidencian que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en relación a la remoción de los coliformes Termotolerantes. Esto debido a que el p-valor es mayor al nivel de significancia ($0,0623 > 0,05$). Se tuvo un coeficiente de variación de 12,55 %.

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad (Tabla 06), los valores para este parámetro no cuentan con normalidad ($p\text{-valor} = 0,0050 < 0,05$). En este contexto, se aplicó la prueba de análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la existencia de diferencia significativa del efecto de los tratamientos en la remediación de agua.

Además, es preciso mencionar que la prueba de Kruskal-Wallis al no detectar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, no realiza la prueba de medias para datos no paramétricos.

Tabla 9 Análisis de varianza no paramétrica para la variable E. coli (%)

Tratamiento	Repetición	N	Medias	H	p-valor
Tratamiento 1	1	1	89,56	11,00	0,4433
Tratamiento 1	2	1	89,11		
Tratamiento 2	1	1	84,89		
Tratamiento 2	2	1	84,67		
Tratamiento 3	1	1	68,89		
Tratamiento 3	2	1	68,22		

Tratamiento 4	1	1	95,56
Tratamiento 4	2	1	94,89
Tratamiento 5	1	1	91,56
Tratamiento 5	2	1	91,33
Tratamiento 6	1	1	75,56
Tratamiento 6	2	1	75,11

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

El resultado del p-valor fue 0,4433, siendo este mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$); por lo tanto, se puede asegurar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir, las diversas dosis de los tratamientos aplicados tienen el mismo efecto en remediación de agua (Tabla 09).

Prueba de medias

Tabla 10 Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes totales

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
Tratamiento 4	2	9,11	A
Tratamiento 1	2	10,41	A
Tratamiento 2	2	37,58	B
Tratamiento 5	2	75,64	C
Tratamiento 6	2	75,64	C
Tratamiento 3	2	91,36	D

Nota; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).
Elaboración propia.

Interpretación:

La tabla 10 y figura 16, muestran que existen diferencias significativas, Se puede evidenciar la existencia de cuatro agrupaciones (A, B, C y D), donde el tratamiento optimo fue T₃ (110 g de *Lemna minor* + 20l de muestra) (D) con un valor promedio de 91,36 %. El T₅ (75g de *Eichhornia crassipes* + 20l de muestra) y T₆ (110g de *Eichhornia crassipes* + 20l de muestra) comparten las mismas características (C). Finalmente, T₄ (50 g de *Eichhornia crassipes* + 20l de muestra) (A) presento el valor más bajo con un valor promedio de 9,11%.

Figura 16 Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes totales

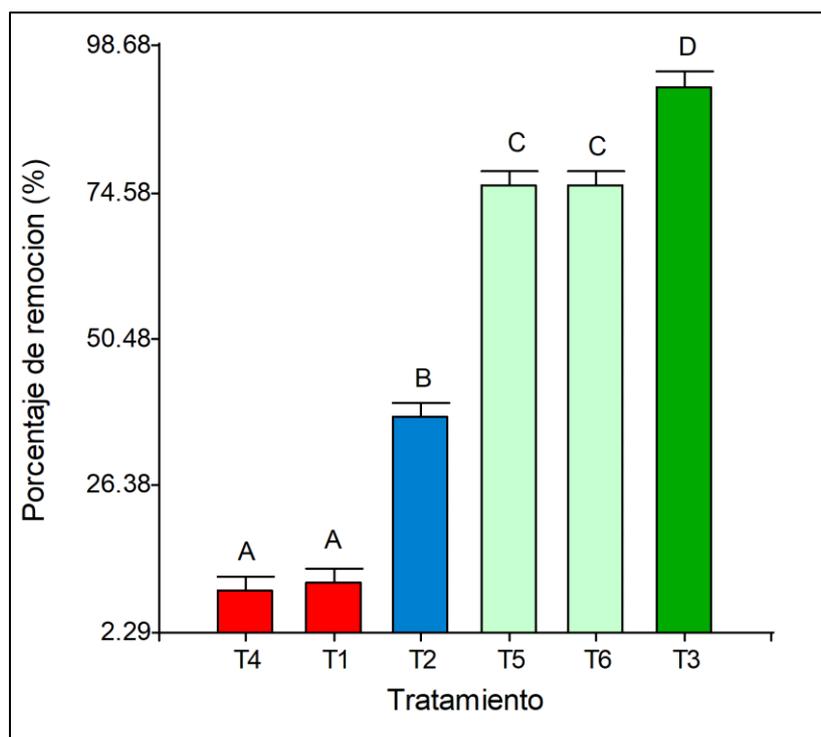


Tabla 11 Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes Termotolerantes

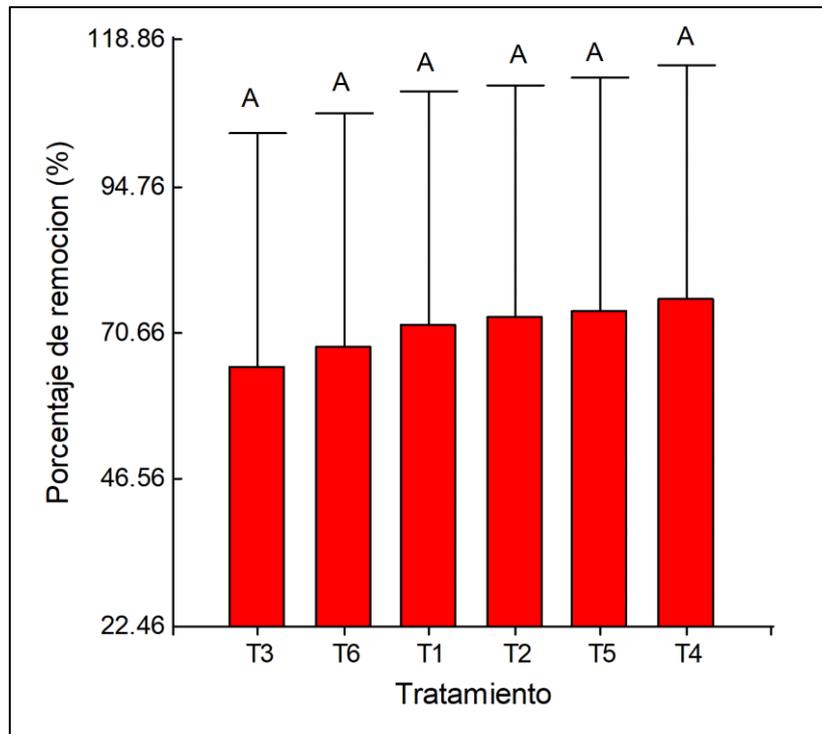
Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
Tratamiento 3	2	65,13	A
Tratamiento 6	2	68,46	A
Tratamiento 1	2	72,06	A
Tratamiento 2	2	73,13	A
Tratamiento 5	2	74,19	A
Tratamiento 4	2	76,19	A

Nota; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).
Elaboración propia.

Interpretación:

La tabla 11 y figura 17, muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se puede evidenciar la existencia de una sola agrupación (A), no existiendo tratamiento óptimo. Por otro lado, el T₄ (50 g de *Eichhornia crassipes* + 20l de muestra) fue el que presentó valores más altos con un valor promedio de 76,19%. El tratamiento que tuvo menos valores fue T₃ (110 g de *Lemna minor* + 20l de muestra) con 65,13%.

Figura 17 Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los valores de eficiencia de la variable Coliformes termotolerantes



V. DISCUSIONES

- Eficiencia en la disminución de los parámetros microbiológicos empleando las especies *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*.

5.1. Parámetros Microbiológicos

5.1.1. Coliformes Totales

Se realizó un análisis inicial previo al tratamiento del parámetro "Coliformes Totales", y se obtuvo un valor de 3900 NMP/100mL. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos y se obtuvieron los valores siguientes para cada uno de ellos: T1 = 3456 NMP/100mL, T2 = 2419,2 NMP/100mL, T3 = 316 NMP/100mL, T4 = 3500 NMP/100mL, T5 = 920 NMP/100 ml, T6 = 170 NMP/100 ml.

Los porcentajes de remoción de coliformes totales que se tiene en los resultados, indicaron que la mayor remoción lo tiene el T3, con una eficiencia de 91,36 %. Seguido por el T5 y T6, que comparten las mismas características de 74,58%. La T2 tiene una eficiencia 37,58%. Finalmente, la T1 y T4 tienen los valores más bajos, teniendo como valores 10,41% y 9,11%. Por otro lado (Inga, 2019) en su investigación "Disminución de coliformes totales y turbidez mediante coagulantes naturales (*Opuntia ficus indica*)" desarrollado en la ciudad de Huancayo tuvo una interpretación de sus resultados similar, el valor inicial de Coliformes Totales fue 70 000 NMP/100ml aplicando un tratamiento a una concentración de *Opuntia ficus indica* de 5 mg/L teniendo como resultado post tratamiento un valor de 7460mNMP/100mL con eficiencia de 89,35%.

5.1.2. Coliformes Termotolerantes

Los porcentajes de remoción de coliformes Termotolerantes en los resultados, indicaron que los valores más altos en remoción lo tienen el T4 con un valor de 76,19%. Seguido por el T5 con un valor de 74,19%. El T2 y T1 tienen un valor promedio de 72.50%. y por último el tratamiento que tuvo menos valores es el T3 con 65,13%. Según (Burgos, 2015) en su investigación: "Uso de humedales artificiales como tratamiento terciario para la depuración de aguas residuales ordinarias en la Planta de Tratamiento del municipio de San Luis Talpa" obtuvo resultados similares

el valor inicial de Coliformes Termotolerantes fue 10,000NMP/100ml aplicando un tratamiento de humedales artificiales tuvo como resultado un valor de 2000NMP/100mL donde su eficiencia fue en la remoción de coliformes Termotolerantes fue del 80% en su post tratamiento.

5.1.3. *Escherichia Coli*

Se realizó un análisis inicial previo al tratamiento del parámetro "*Escherichia coli*" y se obtuvo un valor de 450 NMP/100mL. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos y se obtuvieron los valores siguientes para cada uno de ellos: T1 = 47 NMP/100mL, T2 = 68 NMP/100mL, T3 = 140 NMP/100mL, T4 = 20 NMP/100mL, T5 = 38 NMP /100mL, T6 = 110 NMP/100mL.

Los resultados demostraron que el mejor desempeño en eficiencia de *E. Coli* se tuvo con el T4 con un valor de 95,56%, con una semejanza con el T5 que obtuvo 91,56%. Los Tratamientos T1 y T2 tuvieron un valor de 89,56% 84,89%. Por último, el T3 tuvo los valores más bajos de la tabla con 68,89%. De esta manera se observó que los tratamientos T4 y T5, son los más eficiente para la remoción de *E. Coli*. Según (Ocares, 2012), en su investigación: "Acción antimicrobiana de extractos crudos de especies de plantas nativas sobre *Escherichia coli* y *Salmonella spp*" tuvo una interpretación de sus resultados similar, el valor inicial de *Escherichia coli* fue 230NMP/100ml aplicando un tratamiento a una concentración de *Lingue* de 34 mg/L teniendo como resultado post tratamiento un valor de 21 mNMP/100mL y tuvo una eficiencia de 90,87% con respecto a la remoción de este parámetro.

- Eficiencia en la disminución de los parámetros parasitológicos empleando las especies *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*.

5.2. Parámetros Parasitológicos

5.2.1. Huevos y Larvas Helminetos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos.

Se realizó un análisis inicial previo al tratamiento y se encontró que no se detectó la presencia de huevos, larvas, quistes ni ooquistes antes de aplicar los tratamientos.

Posteriormente, se aplicarán los tratamientos y se obtendrán los valores siguientes para cada uno de ellos: T1 = Ausencia, T2 = Ausencia, T3 = Ausencia, T4 = Ausencia, T5 = Ausencia, T6 = Ausencia.

Es importante destacar que los tratamientos han demostrado una eficacia total, ya que todos los tratamientos (T1 a T6) han mostrado ausencia de huevos, larvas, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos después del tratamiento.

5.2.2. Organismos de Vida Libre: Algas, Copépodos, Rotíferos, Nematodos en todos sus Estados Larvarios.

Se realizaron 6 tratamientos con especies vegetales para la disminución del parámetro "Organismos de vida libre: algas, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados larvarios" en una muestra de agua. Antes de aplicar los tratamientos, se encontró que había presencia de estos organismos en la muestra.

Después de aplicar los tratamientos, se adquirirán los siguientes resultados: T1=Ausencia, T2=Presencia, T3=Ausencia, T4=Presencia, T5=Presencia, T6=Presencia. La interpretación de los datos revela que los tratamientos han tenido resultados mixtos en cuanto a la reducción de los organismos de vida libre en la muestra de agua.

Los tratamientos T1 y T3 han logrado una reducción exitosa, ya que después del tratamiento se observa una ausencia de organismos de vida libre. Por otro lado, los tratamientos T2, T4, T5 y T6 no han logrado eliminar por completo los organismos de vida libre, ya que se observa su presencia después del tratamiento.

VI. CONCLUSIONES

- El T4 fue el tratamiento que obtuvo mayor eficiencia en la remoción de estos parámetros, ya que contaba con los valores más altos de la tabla.
- De los 6 tratamientos realizados, el tratamiento T4 contó con mejores resultados de eficiencia, en comparación a los demás tratamientos que se hicieron tanto con la especie *Lemna minor*.
- Por último, se concluye que en esta investigación que la especie *Eichhornia crassipes* fue la que tuvo mejores resultados en eficiencia, ya que pertenece al tratamiento T4, y es la más efectiva al momento de remover los parámetros microbiológicos y parasitológicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más trabajos de investigación a las futuras generaciones que evalúen los parámetros microbiológicos y parasitológicos con especies naturales ya que son eficaces para la disminución de estos parámetros.
- Realizar más investigaciones con otras especies macrófitas que no están en esta investigación, con el fin de estudiar la eficacia de cada especie.
- Ampliar el estudio de otros parámetros que no están en esta investigación, con el beneficio de tener un amplio campo de investigación en uso de microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas superficiales u otro tipo de agua.

REFERENCIAS:

FLORES, Cristina, 2015. *Ayudamos a salvar el agua [en línea]*. 1era edición. México: ECOINTELL. Disponible en: <https://ecointell.com.mx/plantas-de-tratamiento-de-agua/usos-e-importancia-del-agua-para-el-ser-humano>.

ASENJO, Juan, 2019. *Calidad del Agua en las Américas Riesgos y Oportunidades*. México: Cuernavaca 14400 Tlalpan, Ciudad de México: The Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). ISBN: 978-607-8379-33-0.

QUISPE, Edison, 2021. *Remoción de sólidos suspendidos para mejorar la calidad de agua superficial en el sector Pampilla de la cuenca Azángaro, Ananea 2021 [en línea]*. Universidad Continental. Perú: Huancayo. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11356/1/IV_FIN_107_TE_Quispe_Quispe

OBLITAS, Yannina, 2016. *Identificación de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli aisladas del agua potable del distrito de Cajamarca [en línea]*. UPAGU. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo: Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/454>

PIRANEQUE, Nelson, 2018. *Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo, Colombia*. SCIELO. La Serena: TECNOL vol.29 n°3. ISSN: 0718-0764.

BENAVIDES, Katia, 2019. *Utilización De La Eichhornia Crassipes Y Lemna Minor En La Remoción De Nitrógeno Y Fósforo, De Las Aguas Residuales De La Laguna De Oxidación De La Empresa Emapacop S.A - Ucayali 2018*. Universidad Nacional de Ucayali: Pucallpa – Perú.

M. I., Nazir, 2020. *Potencial del Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes L.) para la Fitorremediación de Metales Pesados de Aguas Residuales [en línea]*. Vol. 2020 N°1. Revista de Investigación en Ciencias Biológicas y Clínicas: Pakistán. Disponible en: <http://bcsrj.com/ojs/index.php/bcsrj/article/view/6>

DELGADILLO, Angélica, 2011. *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. vol.14 N° 2. ISSN 1870-0462.

CÓNDOR, Erik, 2020. *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico [en línea]*. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf

QUISPE, Katia, 2021. *Efecto Del Hipoclorito De Calcio Sobre La Concentración De Coliformes Totales Y Fecales Del Agua Residual En La Industria Láctea, Baños Del Inca, 2020 [en línea]*. Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2040>

ROMERO, Denisse, 2019. *Análisis microbiológicos (Coliformes totales y fecales), en aguas residuales generadas en Puerto Libertad que descargan en el Estero Salado [en línea]*. Ecuador: Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44926>

INEI, 2020. *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico [en línea]*. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf

MUNICIPALIDAD DISTRITAL SANTA CATALINA, 2023. *Informe del testimonio secretaría municipal*. Perú: Moyobamba [consulta: 13 mayo 2023].

BERNEDO, Luis, 2020. *Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable [en línea]*. Puno: Rev. investig. Altoandin. vol. 22 N° 1. ISSN 2313-2957. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S231329572020000100068&script=sci_arttext&tlng=en

GUEVARA, Yobany, 2021. *Análisis de los Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos del Agua para Consumo Humano en el Centro Poblado Tomaque – Bagua, 2021 [en línea]*. Perú: Repositorio Institucional Universidad Nacional de Jaén. Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/198>

FERRO, Ana, 2020. *Radiation ultraviolet-c for bacterial disinfection (total and thermotolerant coliforms) in the water treatment*. Puno: SCIELO. ISSN 2313-2957.

COSTA, Claudia, 2021. *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del Río Chillón durante los meses enero a junio del 2019 [en línea]*. Santiago de Surco, Lima: Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4126>

ARAUJO, Greys, 2019. *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 [en línea]*. Moyobamba: Repositorio Institucional Digital Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74246>

MORALES, Roxana, 2014. *Análisis de la calidad microbiológica de las aguas subterráneas de la zona de Huachipa - distrito de Lurigancho [en línea]*. Lima: Repositorio Institucional Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8680>

LINO, Margarita, 2023. *Fitorremediación con Eichhornia crassipes en aguas residuales del cantón Jipijapa, Ecuador [en línea]*. Revista Iberoamericana: Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. VOL. 6. ISSN: 2697-3510. Disponible en: <http://www.ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/221>

GUASHPA, Yomaira, 2021. *Caracterización microbiológica de muestras de aguas servidas pre filtradas de la comunidad de San Vicente de lacas de la provincia de Chimborazo [en línea]*. Revista científica Polo del Conocimiento: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Vol. 6, N° 9.

ISSN-e 2550-682X. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094561>

PRATO, José, 2020. *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas subterráneas de un sector rural a baja altitud en Los Andes venezolanos [en línea]*. Venezuela Revista REDALYC: Repositorio Digital Universidad del Zulia. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/3730/373064123013/>

AGUIRRE, Sonia, 2018. *Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo, Colombia*. Revista SCIELO: Repositorio Institucional Universidad del Magdalena. Vol. 29 N° 3. ISSN 0718-0764.

MENDOZA, Yoma, 2016. *Fitorremediación como alternativa de tratamiento para aguas residuales domésticas de la ciudad de Riohacha (Colombia)*. Venezuela Revista SCIELO: Repositorio Digital Universidad del Zulia. Vol. 39 N° 2, pp.071-079. ISSN 0254-0770.

CONCYTEC, 2018. *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental [en línea]*. San Borja, Lima: Revista Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. Disponible en:
<https://conocimiento.concytec.gob.pe/termino/investigacion-aplicada/>

HERNÁNDEZ, Roberto, 2015. *Metodología de la investigación [en línea]*. Revista INTERAMERICANA EDITORES: México D.F. sexta edición. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

HERNÁNDEZ, Silvia, 2013. *UNIDAD 1. Marco Metodológico [en línea]*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en:
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT86.pdf

LÓPEZ, Pedro, 2014. *Población Muestra y Muestreo [en línea]*. Bolivia: Revista SCIELO. Vol. 09 N° 08. ISSN 2224-8838. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004000100012

ESPINOZA, Eleonora, 2016. *Universo, Muestra y Muestreo [en línea]*. Revista Honduras: BVS. Disponible en: <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

DELGADO, G. (2020). *Evaluación del bio-tratamiento de fluidos residuales de la empresa laboratorio Portugal S.R.L mediante la “Eichhornia crassipes” (buchón de agua) para la remoción de elementos eco tóxicos (cromo, arsénico y cadmio) y materia orgánica [en línea]*. Tesis de grado: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. UNSAA Repositorio institucional. Disponible en: <https://bit.ly/3J5L0vY>

GARCÍA, E. y SÁNCHEZ, D., 2022. *Eficiencia de Fitorremediación por Chrysopogon zizanioides y Eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, Ica 2022 [en línea]*. Repositorio Institucional Tesis de grado: Universidad César Vallejo, Lima-Perú. Disponible en: <https://bit.ly/3Ld7nSQ>

GONZÁLES, J. y RAMÍREZ, E., 2021. *Implementación de la Eichhornia crassipes, como alternativa biorremediadora en el tratamiento de aguas residuales en el cantón El Pangui – Ecuador [en línea]*. Primer Congreso Gestión Ambiental y Conservación de la Biodiversidad (pp. 333-346). Universidad Estatal Amazónica. Disponible en: <https://bit.ly/3YER2JI>

MENDOZA, G., 2018. *La Calidad del agua de la subcuenca río Jipijapa y su utilización para riego en el valle de Joa [en línea]*. UNESUM Repositorio Institucional Tesis de grado: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Disponible en: <https://bit.ly/3FdvmxM>

GARCIA, Keylinn, 2021. *Eficiencia de las macrófitas flotantes, Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes, en las propiedades físico-químicas y microbiológicas de la PTAR del distrito de Huachac, Chupaca, 2021 [en*

línea]. Miraflores, Lima. Repositorio Institucional: Universidad Continental. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10662>

PINEDO, Anthony, 2020. *Eficiencia de un sistema de biofiltro en el tratamiento de efluentes de la actividad piscícola, Bello Horizonte – San Martín, 2020*. Tarapoto, Perú. Repositorio Institucional: Universidad César Vallejo. 108 pp.

SUYÓN, Elizabeth, 2020. *Eficiencia de Fitorremediación con Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes) para Disminuir Concentraciones de Arsénico en Aguas del Centro Poblado Cruz del Medano - Morrope – 2019*. Chiclayo, Perú: Repositorio Institucional Universidad de Lambayeque. 65 pp.

CORTÉS, Vitelio, 2021. *Eficiencia fitorremediadora de vetiver (Chrysopogon zizanioides (L.) Roberty) en agua contaminada con arsénico y plomo [en línea]*. Chile Repositorio Institucional Universidad de Tarapacá: Revista SCIELO. Vol. 39 N° 04. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292021000400139&script=sci_arttext&tlng=es

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Tabla 12 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos	“Son parámetros de gestión de riesgos que indica la aceptabilidad del recurso hídrico o del medio como factor ambiental, ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad del recurso” FAO (2013).	Se midieron según métodos de ensayo para análisis microbiológicos y parasitológicos; Coliformes Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017; Coliformes Termotolerantes: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017; Formas Parasitarias: Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust; <i>Escherichia coli</i> : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017.	• Parámetros microbiológicos	• Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Intervalo
			• Parámetros parasitológicos	• Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml) • <i>Escherichia coli</i> • Formas parasitarias • Organismos de vida libre (algas y nematodos).	Intervalo

<p><i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en aguas superficiales</p>	<p>“Comprenden un amplio y variado grupo de plantas, han demostrado ser eficientes en la remediación de aguas con contenidos de nutrientes, materia orgánica y sustancias tóxicas como arsénico, zinc, cadmio, cobre, plomo, cromo, y mercurio” Lara et al. (2012).</p>	<p>Las especies vegetales fueron distribuidas en las pruebas experimentales de acuerdo a las siguientes concentraciones: 50g, 75g y 110g, de acuerdo a los datos recolectados post tratamiento se determinó la concentración con mayor eficacia en la disminución de contaminantes según comparación con los datos iniciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de especies macrófitas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de fitodepuración. 	<p>Nominal</p>
--	---	---	---	---	----------------

ANEXO 2: Guía de muestreo de agua

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		GUÍA MUESTREO DE AGUA			Nº: 01 Fecha: 17/05/2023	 <small>INGENIERIA AMBIENTAL</small>
Lugar de investigación:		Distrito:		Departamento:		
Jr. Los Andes N° 645		Morales		San Martín		
Responsables:		Maricielo Skarly Ríos García		Isis Zahir Vargas Ríos		
DNI:		70769873		DNI: 72935902		
PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.						
PUNTO DE MUESTREO:	Sistema de captación hidráulica - C.P. Santa Catalina		Coordenadas UTM: 18 M			
			X:	283176		Y:
PRUEBA:	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS					OBSERVACIONES:
	Coliformes totales	Coliformes termotolerantes	<i>E. coli</i>	Parasitológico	Organismos de vida libre	
PRE TRATAMIENTO:	3.9 x 10 NMP/100mL	1.4 X 10 NMP/100mL	4.5 NMP/100mL	Ausencia	Presencia	Es notable que los valores iniciales no presentan un riesgo mortal para la salud humana, pero sí tiene valores que sin tratamiento podrían tener afectación alguna.
POST TRATAMIENTO: T1						
POST TRATAMIENTO: T2						
POST TRATAMIENTO: T3						
POST TRATAMIENTO: T4						
POST TRATAMIENTO: T5						
POST TRATAMIENTO: T6						


 **Silva Mori Karina**
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 229020


 **Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ**
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100164


Dra. Karla Luz Mendoza López
 DNI: 44598700

ANEXO 3: Registro de control de campo - fase experimental

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		REGISTRO DE CONTROL DE CAMPO - FASE EXPERIMENTAL			N° : 01 Fecha: 26/05/2023	
Lugar de investigación:		Distrito:		Departamento:		
Jr. Los Andes N° 645		Morales		San Martín		
Responsables:		Maricielo Skarly Ríos García			Isis Zahir Vargas Ríos	
DNI:		70769873		DNI:		72935902
PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.						
Semana: 01	Especie:	CONDICIÓN SITUACIONAL - PRUEBAS EXPERIMENTALES			OBSERVACIONES:	
Tratamiento:		Factor ambiental a evaluar: Recurso hídrico				
		Olor	Color	Textura		
T1	Eichhornia crassipes					
T2	Eichhornia crassipes					
T3	Eichhornia crassipes					


 Silva Mori Karina
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 229020



 Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100164


 Dra. Karla Luz Mendoza López
 DNI: 44598700

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		REGISTRO DE CONTROL DE CAMPO - FASE EXPERIMENTAL			N° : 01 Fecha: 26/05/2023	
Lugar de investigación:		Distrito:			Departamento:	
Jr. Los Andes N° 645		Morales			San Martín	
Responsables:		Maricielo Skarly Ríos García			Isis Zahir Vargas Ríos	
DNI:		70769873			DNI: 72935902	
PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.						
Semana: 01	Especie:	CONDICIÓN SITUACIONAL - PRUEBAS EXPERIMENTALES			OBSERVACIONES:	
Tratamiento:		Factor ambiental a evaluar: Recurso hídrico				
		Olor	Color	Textura		
T1	Lemna minor					
T2	Lemna minor					
T3	Lemna minor					



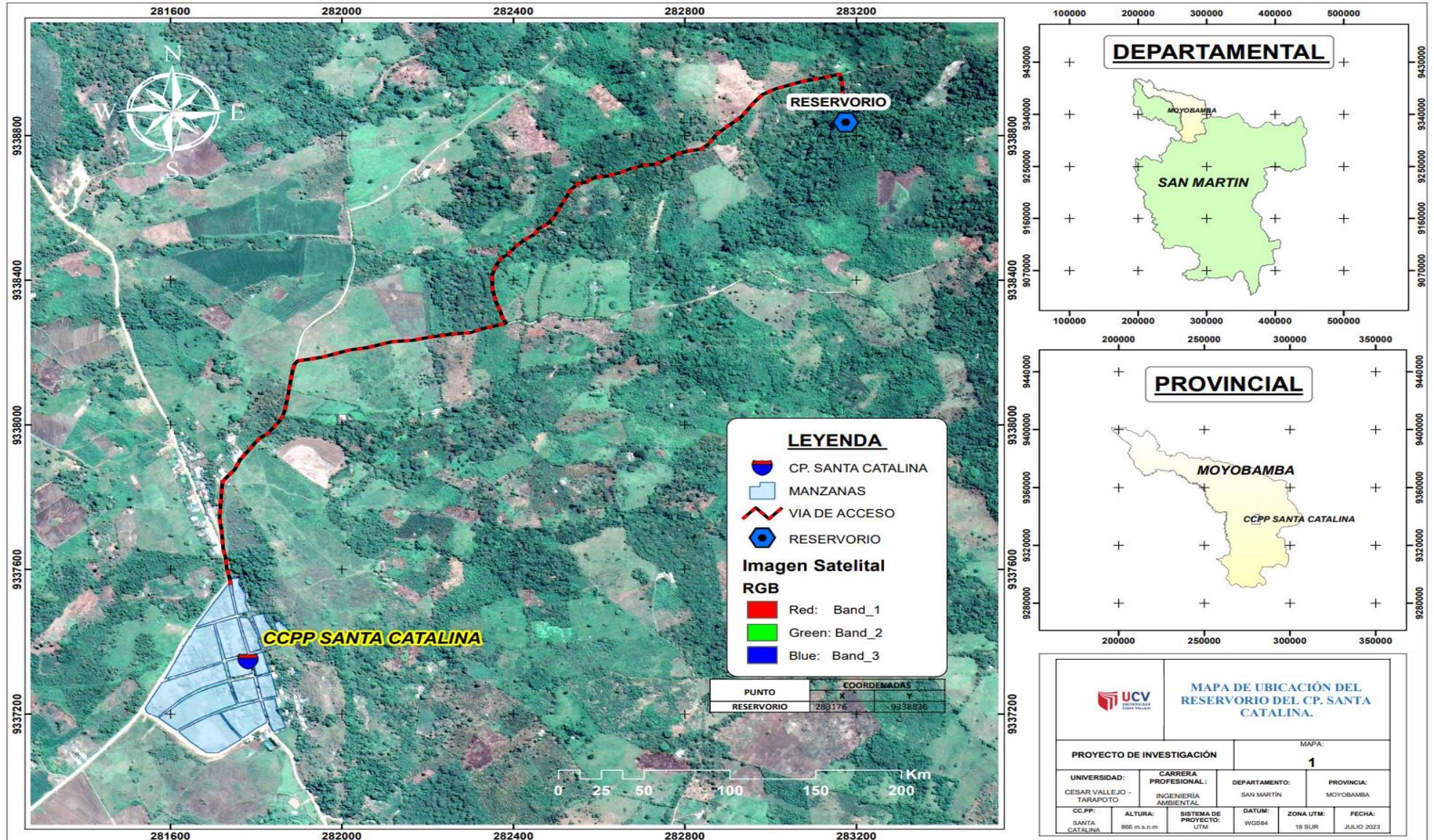
Silva Mori Karina
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 229020



Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100164


Dra. Karla Luz Mendoza López
 DNI: 44598700

ANEXO 4: Mapa de ubicación geográfica del punto de captación del agua superficial



Anexo 5: Validación de los instrumentos de recolección de datos

Carta de presentación a expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 25 de mayo del 2023

Silva Mori Karina
Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.”** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

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

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

Atentamente,



Ríos García Maricielo Skarly

DNI: 70769873



Vargas Ríos Isis Zahir

DNI: 72935902

Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

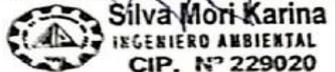
Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***“Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.”***, de los autores Rios Garcia Maricielo Skarly y Vargas Ríos Isis Zahir, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información basado en fichas de registro de campo de que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 25 de mayo del 2023

Silva Mori Karina
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 229020

ING. Silva Mori Karina

DNI: 47770214

Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Silva Mori Karina
 Cargo o institución donde labora: Gerente General - CONSULTORA KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniera ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de registro de campo
 Autores del instrumento: Ríos García Maricielo Skarly, Vargas Ríos Isis Zahir

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.			X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ES APLICABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 43

Tarapoto, 25 de mayo del 2023

Carta de presentación a expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 25 de mayo del 2023

Herrera Gonzales Eugenio

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.”** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

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

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

Atentamente,



Ríos García Maricielo Skarly

DNI: 70769873



Vargas Ríos Isis Zahir

DNI: 72935902

Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***“Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.”***, de los autores Rios Garcia Maricielo Skarly y Vargas Ríos Isis Zahir, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información basado en fichas de registro de campo de que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 25 de mayo del 2023



Ing. EUGENIO HERRERA GONZALES
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100164

ING. Herrera Gonzales Eugenio

DNI: 43970497

Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Eugenio Herrera Gonzales
 Cargo o institución donde labora: Especialista en Seguridad de obra y Medio Ambiente
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniero ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de registro de campo
 Autores del instrumento: Ríos García Maricielo Skarly, Vargas Ríos Isis Zahir

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.			X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos			X		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ES
 APLICABLE _____

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 43

Tarapoto, 25 de mayo del 2023

Anexo 2: Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***"Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023."***, de los autores Ríos García Maricielo Skarly y Vargas Ríos Isis Zahir, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información basado en fichas de registro de campo de que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 25 de mayo del 2023



Dra. Karla Luz Mendoza López

DNI: 44598700

Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Dra. Karla Luz Mendoza López
 Cargo o institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad o línea de investigación: Instrumentos de Gestión Ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de registro de campo
 Autores del instrumento: Rios Garcia Marcielo Skarly, Vargas Rios Isis Zahir

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los items están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los items del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos					X
ORGANIZACIÓN	Los items del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los items del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los items del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: **47**

Tarapoto, 25 de mayo del 2023



Dra. Karla Luz Mendoza López
 DNI: 44598700

ANEXO 6: Registro de control de campo

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		REGISTRO DE CONTROL DE CAMPO - FASE EXPERIMENTAL			N° : 01 Fecha: 26/05/2023	
Lugar de investigación: Jr. Los Andes N° 645		Distrito: Morales		Departamento: San Martín		
Responsables:		Maricielo Skarly Ríos García		Isis Zahir Vargas Ríos		
DNI:		70769873		DNI:		72935902
PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando <i>Lemna minor</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.						
Semana: 01	Especie:	CONDICIÓN SITUACIONAL - PRUEBAS EXPERIMENTALES			OBSERVACIONES:	
Tratamiento:		Factor ambiental a evaluar: Recurso hídrico				
		Olor	Color	Textura		
T4	Eichhornia crassipes	Inodoro	Verdoso	Aspera	Agua mas turbia	
T5	Eichhornia crassipes	Inodoro	Verdosa	Aspera	Agua mas turbia	
T6	Eichhornia crassipes	Inodoro	Verdosa	Aspera	Agua mas turbia.	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO DE CONTROL DE CAMPO - FASE EXPERIMENTAL

N° : 01

Fecha:

26/05/2023



Lugar de investigación:

Jr. Los Andes N° 645

Distrito:

Morales

Departamento:

San Martín

Responsables:

Maricielo Skarly Ríos García

Isis Zahir Vargas Ríos

DNI:

70769873

DNI:

72935902

PROYECTO: Análisis de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos Empleando *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes* en Aguas Superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.

Semana: 01	Especie:	CONDICIÓN SITUACIONAL - PRUEBAS EXPERIMENTALES			OBSERVACIONES:
		Factor ambiental a evaluar: Recurso hídrico			
Olor		Color	Textura		
T1	Lemna minor	Inodora	Verdosa	Suave	Remoción de Turbidez
T2	Lemna minor	Inodora	Verdosa	Suave	Remoción de Turbidez
T3	Lemna minor	Inodora	Verdosa	Suave	Remoción de Turbidez

ANEXO 7: Análisis inicial del agua


LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SAN MARTÍN
OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ESPECIALIZADA
"SERVIDOR DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL BIENESTAR"


INFORME DE ENSAYO N° 150 – UMAA.LRRSPSM – C/2023

SOLICITANTE	: Maricelo Ríos García
Dirección	: Jr. Los Andes N° 045 -Morales
DATOS DEL MUESTREO	
Muestra	: Agua superficial
Procedencia de la muestra	: Santa Catalina – Moyobamba
Fecha y hora inicio de muestreo	: 17.05.2023 / 9:30 am.
Muestreador	: Interesado
COORDENADAS UTM	: NC
CONTROL LABORATORIO ANALITICO	
Fecha recepción Laboratorio Analítico	: 17.05.2023
Fecha inicio Ensayo	: 17.05.2023
Cantidad de muestra	: 500 mL

RESULTADOS

1. BACTERIOLÓGICO

COD LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLÓGICO		
	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales 35°C (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100 mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100 mL)
194	Agua superficial	Captación – Santa Catalina	3.9 x 10	1.4 x 10	4.5
MÉTODOS DE ENSAYO			APHA. 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA. 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA. 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017

2. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

COD LAB	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y larvas Helminthos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos (presencia / ausencia)	Organismos de vida libre: Algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios larvarios (presencia / ausencia)
194	Agua superficial	Captación – Santa Catalina	Ausencia	Presencia
METODO			DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMERW APHA, AWWA, WEF, Part 9711B2 b-31 21st Edition 2006	DIGESA-AG-PE-01. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMERW APHA, AWWA, WEF, Part. 9711B2 b-31. 21st Edition 2006

OBSERVACIÓN: A la evaluación bacteriológica presencia de bacterias del grupo Coliforme. Al examen parasitológico presencia de organismos de vida libre. Los resultados arriba indicados son referenciales para el uso que darán a este cuerpo de agua. DS N° 004-2017-MINAM / Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Emisión de resultados: 24 de mayo del 2023

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN
OGESS ESPECIALIZADA
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Bigo. MSc. Delia E. Portella Melgarrejo
CBP N° 1996 UNDE N° 0255
RESP UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN
OGESS ESPECIALIZADA
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Bigo. MSc. Humberto Arévalo Ramírez
CBP. 1903
DIRECTOR

ANEXO 7: Cadena de custodia valores de T1, T2, T3



LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SAN MARTIN

OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ESPECIALIZADA

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"



INFORME DE ENSAYO N° 200 – UMAA.LRRSPSM – C/2023

SOLICITANTE : Maricielo Ríos García
Dirección : Jr. Los Andes N° 645 – Morales
Investigación : "Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023".
DATOS DEL MUESTREO
Muestra : Agua superficial con tratamiento
Procedencia de la muestra : Santa Catalina – Moyobamba
Fecha y hora inicio de muestreo : 20.06.2023 / 16:00 Hrs
Muestreador : Interesado
CONTROL LABORATORIO ANALÍTICO
Fecha recepción Laboratorio Analítico : 17.06.2023
Fecha inicio Ensayo : 17.06.2023
Cantidad de muestra : 500 mL / 10 Litros

RESULTADOS

1. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

COD. LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLÓGICO		
	MATRÍZ	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales 35° (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100mL)
259	Agua superficial con tratamiento	T1 – 50g / Lemna minor	2.0 x 12 ³	2.0 x 10 ²	4.7 x 10
260	Agua superficial con tratamiento	T2 – 75g / Lemna minor	1.4 x 12 ³	1.7 x 10 ²	6.8 x 10
261	Agua superficial con tratamiento	T3 – 110g / Lemna minor	2.2 x 12 ²	1.7 x 10 ²	1.4 x 10 ²
METODO			APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017

2. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

COD. LAB.	MATRÍZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y Larvas Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos (presencia/ausencia)	Organismos de Vida Libre: Algas, Copépodos, Rotíferos, Nematodos en todos sus Estados Larvarios (presencia/ausencia)
259	Agua superficial con tratamiento	T1 – 50g / Lemna minor	Ausencia	Ausencia
260	Agua superficial con tratamiento	T2 – 75g / Lemna minor	Ausencia	Presencia
261	Agua superficial con tratamiento	T3 – 110g / Lemna minor	Ausencia	Ausencia
MÉTODO			DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part 9711B2.b.3). 21st Edition 2006.	DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part 9711B2.b.3). 21st Edition 2006.

OBSERVACIÓN:

Los resultados arriba indicados son referenciales para el uso que darán a este cuerpo de agua. DS N° 004-2017-MINAM / Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Emisión de resultados: 27 de junio de 2023

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN
 OGESS ESPECIALIZADA
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Blga. MSc. Delia E. Portillo Melgarejo
 C.B.P. N° 1975 / RNBE N° 0258
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN
 OGESS ESPECIALIZADA
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Mbg. MSc. Heriberto Aravao Ramirez
 C.B.P. 1903
 DIRECTOR

ANEXO 8: Cadena de custodia valores de T4, T5, T6



LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL DE SAN MARTÍN

OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ESPECIALIZADA

"POR LA LIBERTAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"



INFORME DE ENSAYO N° 201 – UMAA.LRRSPSM – C/2023

SOLICITANTE : Maricielo Ríos García
Dirección : Jr. Los Andes N° 645 – Morales
Investigación : "Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemma minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023".

DATOS DEL MUESTREO

Muestra : Agua superficial con tratamiento
Procedencia de la muestra : Santa Catalina – Moyobamba
Fecha y hora inicio de muestreo : 20.06.2023 / 16:00 Hrs
Muestreador : Interesado

CONTROL LABORATORIO ANALÍTICO

Fecha recepción Laboratorio Analítico : 17.06.2023
Fecha inicio Ensayo : 17.06.2023
Cantidad de muestra : 500 mL / 10 Litros

RESULTADOS

1. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

COD. LAB.	MUESTRA		ENSAYO BACTERIOLÓGICO		
	MATRÍZ	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales 35° (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes 44.5°C (NMP/100mL)	E. coli 44.5°C (NMP/100mL)
259	Agua superficial con tratamiento	T4 – 50g / <i>Eichhornia crassipes</i>	3.5 x 10 ³	2.1 x 10 ²	2 x 10
260	Agua superficial con tratamiento	T5 – 75g / <i>Eichhornia crassipes</i>	9.2 x 10 ²	1.9 x 10 ²	3.8 x 10
261	Agua superficial con tratamiento	T6 – 110g / <i>Eichhornia crassipes</i>	1.7 x 10 ²	1.7 x 10 ²	1.1 x 10 ²
METODO			APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017	APHA 9221 B/9221 E1. 23rd Ed. 2017

2. PARASITOLÓGICO Y ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

COD. LAB.	MATRÍZ	PUNTO DE MUESTREO	Huevos y Larvas Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos (presencia/ausencia)	Organismos de Vida Libre: Algas, Copépodos, Rotíferos, Nematodos en todos sus Estados Larvarios (presencia/ausencia)
259	Agua superficial con tratamiento	T4 – 50g / <i>Eichhornia crassipes</i>	Ausencia	Presencia
260	Agua superficial con tratamiento	T5 – 75g / <i>Eichhornia crassipes</i>	Ausencia	Presencia
261	Agua superficial con tratamiento	T6 – 110g / <i>Eichhornia crassipes</i>	Ausencia	Presencia
MÉTODO			DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part 9711B2.b.3j. 21st Edition 2006.	DIGESA-AG-PE-01, Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF. Part 9711B2.b.3j. 21st Edition 2006.

OBSERVACIÓN:

Los resultados arriba indicados son referenciales para el uso que darán a este cuerpo de agua. DS N° 004-2017-MINAM / Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Emisión de resultados: 27 de junio de 2023

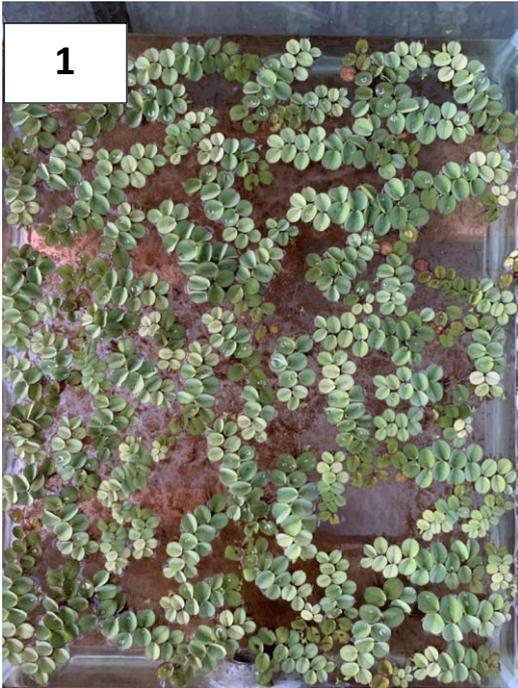
GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN
 OGESS ESPECIALIZADA
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Blga. MSc. Delia E. Portella Melgarejo
 CBP N° 1975 / RNBE N° 0258
 RESP. UNIDAD MICROB. ALIMENTOS Y AGUAS

GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN
 OGESS ESPECIALIZADA
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S P S M

Mblgo. MSc. Heriberto Arávalo Ramírez
 CBP-1903
 DIRECTOR

ANEXO 9: Panel fotográfico





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALLEJOS TORRES GEOMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de parámetros microbiológicos y parasitológicos empleando Lemna minor y Eichhornia crassipes en aguas superficiales, distrito Santa Catalina, Moyobamba, 2023.", cuyos autores son VARGAS RIOS ISIS ZAHIR, RIOS GARCIA MARICIELO SKARLY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 18 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VALLEJOS TORRES GEOMAR DNI: 01162440 ORCID: 0000-0001-7084-977X	Firmado electrónicamente por: GVALLEJOST el 18- 07-2023 19:50:12

Código documento Trilce: TRI - 0599697