



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas
residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada, Yurimaguas
2022

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

AUTORA:

Lopez Espinoza, Agnes Fiorella (orcid.org/0000-0002-6588-9352)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Sanchez, Luis Alberto (orcid.org/0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

TARAPOTO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Icely, Johnny, por la educación y por los valores que me inculcaron desde pequeña, muchas cosas se los debo a ellos y este esfuerzo se los dedico. Las reglas, los NO como respuesta, me hicieron llegar a donde estoy, hoy siendo la etapa final de alcanzar mi meta también agradezco a Karenina, hermanos y abuelos que son motivación. A la señora Onelia, David. Para todos ustedes, este esfuerzo.

Agnes Fiorella

Agradecimiento

A mis padres por su esfuerzo y confianza. Karenina que fue apoyo primordial para la economía de mis estudios, mis hermanos y abuelos que son motivación. A la señora Onelia, por su confianza y apoyo, David por el apoyo emocional y motivacional para no rendirme en estos últimos pasos, agradezco por cada esfuerzo, el esfuerzo es por mí y por ustedes.

Al Dr. Andi Lozano Chung, por el apoyo y enseñanza de sus conocimientos en el tema, valoro y estimo mucho su tiempo brindado.

La autora

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla 1: Grupos de evaluación (testigo y tratamiento).....	11
Tabla 2: Características biológicas iniciales del vertimiento (coliformes fecales) del vertimiento de Atun quebrada.....	23
Tabla 3: Parámetros físicos y químicos pre test (T0) muestra testigo.....	24
Tabla 4: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crassipes</i> (10 días).....	25
Tabla 5: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Pistia stratiotes</i> (10 días).....	26
Tabla 6: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crasipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> (10 días).....	28
Tabla 7: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crasipes</i> (15 días).....	29
Tabla 8: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Pistia stratiotes</i> (15 días).....	30
Tabla 9: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> (15 días).....	31
Tabla 10: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crassipes</i> (20 días).....	32
Tabla 11: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Pistia stratiotes</i> (20 días).....	33
Tabla 12: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> (20 días).....	34
Tabla 13: Propuesta con resultados de <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> (T3 = 20 días).....	36
Tabla 14: Eficiencia de remoción de aceites y grasas en 10 días, T1. T2 y T3.....	38
Tabla 15: Eficiencia de remoción de DBO 10 días, T1. T2 y T3.....	39
Tabla 16: Eficiencia de remoción de DQO 10 días, T1. T2 y T3.....	40
Tabla 17: Eficiencia de remoción de STS 10 días, T1. T2 y T3.....	41
Tabla 18: Eficiencia de remoción de pH 10 días, T1. T2 y T3.....	42
Tabla 19: Eficiencia de remoción de la T° 10 días, T1. T2 y T3.....	43
Tabla 20: Eficiencia de remoción de la CF 10 días, T1. T2 y T3.....	44

Tabla 21: <i>Eficiencia de remoción de aceites y grasas 15 días, T1. T2 y T3</i>	45
Tabla 22: <i>Eficiencia de remoción de demanda bioquímica de oxígeno 15 días, T1. T2 y T3</i>	46
Tabla 23: <i>Eficiencia de remoción de demanda química de oxígeno 15 días, T1. T2 y T3</i>	47
Tabla 24: <i>Eficiencia de remoción de sólidos Totales suspendidos 15 días, T1. T2 y T3</i>	48
Tabla 25: <i>Eficiencia de remoción de potencial de hidrógeno 15 días, T1. T2 y T3</i>	49
Tabla 26: <i>Eficiencia de remoción de la temperatura 15 días, T1. T2 y T3</i>	50
Tabla 27: <i>Eficiencia de remoción de la temperatura 15 días, T1. T2 y T3</i>	51
Tabla 28: <i>Eficiencia de remoción de aceites y grasas en 20 días, T1. T2 y T3</i>	52
Tabla 29: <i>Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno en 20 días, T1. T2 y T3</i>	53
Tabla 30: <i>Eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno en 20 días, T1. T2 y T3</i>	54
Tabla 31: <i>Eficiencia de remoción de los sólidos totales suspendidos en 20 días, T1. T2 y T3</i>	55
Tabla 32: <i>Eficiencia de remoción del potencial de hidrógeno en 20 días, T1. T2 y T3</i>	56
Tabla 33: <i>Eficiencia de remoción de la temperatura en 20 días, T1. T2 y T3</i>	57
Tabla 34: <i>Eficiencia de remoción de los coliformes fecales en 20 días, T1. T2 y T3</i>	58

Índice de figuras

Figura 1: Características biológicas iniciales del vertimiento (muestra testigo).....	23
Figura 2: Características físicas y químicas del vertimiento (muestra testigo).....	25
Figura 3: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con <i>Eichhornia crassipes</i> (10 días).	26
Figura 4: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con <i>Pistia stratiotes</i>	27
Figura 5: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i>	28
Figura 6: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con <i>Eichhornia crassipes</i>	29
Figura 7: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con <i>Pistia stratiotes</i>	30
Figura 8: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i>	31
Figura 9: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con <i>Eichhornia crassipes</i>	33
Figura 10: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con <i>Pistia stratiotes</i>	34
Figura 11: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i>	35
Figura 12: Tratamiento T3 con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> - IE-22-078	37
Figura 13: Resultados de la eficiencia de remoción de aceites y grasas en tres tratamientos durante 10 días.....	39
Figura 14: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 10 días	40
Figura 15: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 10 días	41
Figura 16: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 10 días	42
Figura 17: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos	

durante 10 días.....	43
Figura 18: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 10 días	44
Figura 19: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 10 días	45
Figura 20: Resultados de la eficiencia de remoción de AyG en tres tratamientos durante 15 días	46
Figura 21: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 15 días.	47
Figura 22: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en tres tratamientos durante 15 días.	48
Figura 23: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 15 días.	49
Figura 24: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos durante 15 días.	50
Figura 25: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 15 días.	51
Figura 26: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 15 días	52
Figura 27: Resultados de la eficiencia de remoción de AyG en tres tratamientos durante 20 días	53
Figura 28: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 20 días	54
Figura 29: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en tres tratamientos durante 20 días	55
Figura 30: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 20 días	56
Figura 31: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos durante 20 días.	57
Figura 32: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 20 días.	58
Figura 33: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 20 días.	59

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo determinar la eficiencia de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022; la metodología de la investigación correspondió a un estudio tipo aplicada, con diseño experimental de tipo cuasiexperimental mediante la aplicación de tratamientos, para ello se consideró como muestra 30 plantas de *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, en la que se presentaron de manera independiente 10 plantas de cada uno (T1 y T2) y la combinación de ellas (T3) con cinco plantas de ambas variedades; para la determinación de la eficiencia de remoción se consideró una fórmula ($\% \text{ de remoción} = ((\text{Concentracion Af} - \text{Concentracion Ef}) / (\text{Concentracion Af})) \times 100$); el análisis de datos evidenció que los parámetros físico y químicos de las aguas residuales antes del tratamiento alcanzaron niveles altos en cuanto a su composición de aceites y grasas (46.6), DBO (145), DQO (205), sólidos totales suspendidos (111), pH(8.1), T°(19.2) y coliformes fecales (1400000) superiores a los límites máximos permitidos, en ese sentido se concluyó que la fitorremediación utilizando la *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* demostraron ser eficientes en aguas residuales domésticas en Atun Quebrada debido a que el análisis estadístico entre el pre y post tratamiento demostró ser altamente significativo ($p < .050$), además, la combinación de ambos (T3) demostró mayor nivel de eficiencia frente al uso independiente; de esta manera se observó una eficiencia por encima del 90%.

Palabras clave: fitorremediación, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, aguas residuales domésticas.

Abstract

The present study aims to determine the efficiency of phytoremediation with *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* in domestic wastewater from the Tuna quebrada de Yurimaguas discharge, 2022; the methodology of the research corresponded to an applied type study, with experimental design of quasi-experimental type through the application of treatments, for this purpose it was considered as a sample 30 plants of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*, in which 10 plants of each one were presented independently (T1 and T2) and the combination of them (T3) with five plants of ambias varieties; for the determination of the removal efficiency, a formula ($\% \text{ of removal} = ((\text{Concentration Af} - \text{Concentration Ef}) / (\text{Concentration Af})) \times 100$) was considered; data analysis showed that the physical and chemical parameters of wastewater before treatment reached high levels in terms of its composition of oils and fats (46.6), BOD (145), COD (205), total suspended solids (111), pH (8.1), T ° (19.2) and fecal coliforms (1400000) higher than the maximum permitted limits, in that sense it was concluded that phytoremediation using *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* proved to be efficient in wastewater domestic in Atuna Quebrada because the statistical analysis between pre and post treatment proved to be highly significant ($p < .050$), in addition, the combination of both (T3) showed a higher level of efficiency compared to independent use; In this way, an efficiency above 90% was observed.

Keywords: photomediation, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, domestic wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

“El incremento progresivo de las aguas residuales representa uno de los problemas ambientales más significativos de los últimos años, el cual se explica por el aumento poblacional y la urbanización de las ciudades. Asimismo, a dicha problemática se suman el incumplimiento de normativas y las deficiencias que presentan las plantas de tratamiento para gestionar y procesar dichas aguas, lo que genera efectos perjudiciales para las sociedades y ecosistemas acuáticos en general. No obstante, frente a esta realidad surgieron diversas alternativas o sistemas de tratamiento de aguas servidas eficientes, económicas y sostenibles, como por ejemplo la fitorremediación mediante especies flotantes como la *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*”. (Coayla et al., 2018) Tal como señala, Carreño-Sayago (2021) la fitorremediación consiste en un método otécnica ambiental que utiliza la fortaleza de las diferentes plantas y sus microorganismos asociados para absorber, acumular, metabolizar y estabilizar los contaminantes que se pueden encontrar principalmente en el agua. Sin embargo, alrededor del mundo los gobiernos y organismos sanitarios aún presentan problemas por la incorrecta disposición y depuración de las aguas negras o residuales a pesar dela existencia de dicha tecnología. Por otro lado, Mendoza et al. (2018) revelan que en Colombia en la ciudad de Riohacha sus principales afluentes se caracterizan por poseer un amplio rango de contaminantes debido a las aguas residuales domésticas que son vertidas en ellas, lo que genera graves consecuencias para la ecología, la salud y las condiciones de vida de sus habitantes; mayormente son tratadas a través de técnicas de lagunas de estabilización o lodos activos que tienen altos costos operativos y un nivel dificultoso en el manejo tecnológico, excluyendo tratamientos coligados al uso de plantas acuáticas. En el Perú, Fasanando et al. (2021) “explican que las actividades mineras y las malas acciones para el manejo de los desechos sólidos y aguas residuales han provocado lacontaminación excesiva del río Moche en el departamento de La Libertad, situación que amenaza la conservación de la flora y fauna acuática; por lo cual destacan el aprovechamiento de especies vegetales con potencial fitorremediador como *Pistia stratiotes*, que se encuentran en los humedales naturales formados por el río y que lamentablemente no están siendo empleados por las autoridades para menguar los impactos negativos”. De manera similar Nuñez et al. (2019) “exponen que en el distrito de Catache - Cajamarca, el 65% de la población arroja sus efluentes domésticos de manera libre

en los suelos, quebradas u otros cuerpos de agua, afectando la naturalidad y los parámetros físico-químicos del recurso hídrico, razón por la cual recomiendan la incorporación de sistemas de tratamiento de las aguas negras o residuales basado en humedales artificiales con el uso de *Eichhornia crassipes* que muestra un nivel de eficiencia de fitorremediación del 70%". Así también, Ayala et al. (2018) "menciona el caso de la quebrada de Santa Lucía en donde desembocan todas las aguas servidas domésticas de la ciudad de Chachapoyas, el cual se encuentra en mal estado por la falta de procesos remediadores y la presencia de diferentes contaminantes presentes en las aguas residuales como nitratos, fosfatos, microorganismos patógenos, demanda biológica de oxígeno (DBO), entre otros".

Desde un contexto local, se observa que en Yurimaguas las aguas residuales domésticas son vertidas con frecuencia en los principales ríos del territorio, lo cual ha generado que se incremente los niveles de contaminación y se reduzca la calidad y el porcentaje de agua asequible para la población. Aparte de ello, se evidencia que tales circunstancias afectan los ecosistemas marítimos y fluviales como también la salud de la humanidad, debido a que contienen diversos compuestos como materia orgánica y excesivos niveles de nutrientes. Asimismo, la empresa de suministro de agua de la localidad no maneja adecuadamente las aguas residuales urbanas, puesto que en la mayoría de casos son volcadas a los cuerpos receptores sin ningún tratamiento previo por parte de la institución, ocasionando efectos negativos en la naturaleza y sometiendo a posibles sanciones por parte de los entes responsables de supervisar que se cumpla de manera adecuada las normativas ambientales. Cabe mencionar que cuentan con plantas de tratamiento con baja tecnología que requieren de demasiado uso de energía y altos costos de mantenimiento y no evalúan la implementación de sistemas de tratamiento sostenibles que aprovechen la capacidad de fitorremediación de las plantas. En efecto, considerando las evidencias mencionadas surge la necesidad de ejecutar el presente estudio e investigar sobre la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas en el año 2022. En función a la realidad descrita se formula como **problema general**: ¿Cuál es la eficiencia de la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022? Así también como **problemas específicos**: ¿Cuáles son las características biológicas iniciales de las aguas residuales del

vertimiento de Atun Quebrada, Yurimaguas - 2022?; ¿Cuáles son las concentraciones de parámetros físicos y químicos pre y post tratamientos con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022?, y ¿Cuál es la propuesta de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento del Atun quebrada?. Cabe mencionar que la investigación se justificará por su conveniencia puesto que dará a conocer la realidad que presenta la ciudad de Yurimaguas en cuanto al tratamiento de aguas residuales y permitirá conocer el nivel de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* como alternativa para mejorar dicha problemática. De igual manera, presentará **relevancia social** ya que los resultados que se obtengan tras el desarrollo del estudio difundirán las propiedades de fitorremediación de las plantas *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, lo cual conllevará a que sean aplicadas con mayor frecuencia en el tratamiento de aguas residuales, causando que se minimicen los impactos negativos en el ambiente y garantice la calidad y conservación del agua a beneficio de sociedad. También se justificará por su **implicancia práctica**, ya que los resultados que se obtengan podrán servir de referencia a las autoridades u organismos correspondientes para evaluar la implementación total de sistemas de tratamiento para aguas residuales a través de la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*. Además, tendrá **valor teórico** porque se tendrá en cuenta los diversos aportes teóricos y estudios llevados a cabo por diferentes investigadores, con la intención de analizar efectivamente el objeto de estudio y comparar los hallazgos obtenidos. Por último, contará con **utilidad metodológica** dado que se aplicarán métodos, técnicas y se diseñarán instrumentos que facilitarán el proceso de recolección de datos para asegurar resultados verídicos y fehacientes. Respecto al **objetivo general** se plantea: Determinar la eficiencia de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022. En cuanto a los **objetivos específicos** se establecen los siguientes: Determinar las características biológicas iniciales de las aguas residuales del vertimiento Atun Quebrada, Yurimaguas – 2022, Analizar la concentración de parámetros físicos y químicos pre y post tratamientos con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022, y Elaborar la propuesta de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas

residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada.

Finalmente, se formula como **Hipótesis** de investigación de estudio: **H₁**: La *Eichhornia crassipes* y *Pistias estratiotes* permite la fitorremediación de los vertimientos de aguas residuales domésticas de Atun Quebrada. **H₀**: La *Eichhornia crassipes* y *Pistias estratiotes* no permite la fitorremediación de los vertimientos de aguas residuales domésticas de Atun Quebrada.

II. MARCO TEÓRICO

Mostramos investigaciones en el contexto internacional, **Andrade et al. (2020)**, evaluaron la capacidad de fitoabsorción y remoción de las especies *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* en efluentes contaminados de Venezuela. El estudio fue desarrollado bajo un enfoque cuantitativo, experimental y nivel explicativo, en el cual las unidades experimentales comprendieron envases de vidrios cilíndricos de 1 litro, añadiendo solo 0.5 de muestra contaminada con un tipo planta por envase, que se preservaron con luz artificial. Como resultado lograron una eliminación efectiva de contaminantes; no obstante, las plantas expuestas a concentraciones de hasta 10 mg Cr (VI) L⁻¹ alcanzaron un adecuado desarrollo vegetativo, caso contrario los tratamientos con 25 y 50 mg L⁻¹ expusieron daño observable desde el primer día de exposición con ambas plantas. Concluyeron que la remoción más significativa se obtuvo con la *Eichhornia* (98% y 97%) en los tratamientos 5 y 10 mg Cr (VI) L⁻¹; de igual manera la *Pistia* retiró 80% y 74%. De igual modo, **Ramírez-Loreto et al. (2020)** compararon la potestad fitorremediadora de plantas acuáticas (*Salvinia auriculata* y la *Eichhornia crassipes*) en la depuración de aguas residuales de la laguna de oxidación del municipio Cunduacán en México. La investigación se caracterizó por ser aplicada, de diseño no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo, lo que permitió obtener como principales resultados que la *Eichhornia crassipes* disminuye mejor la DQO a valores de 185.67 mg O₂/dm³ aproximadamente en 72 horas; dicha situación se repite con el contenido de sólidos totales (0.68 a 0.34 g/dm³; sin embargo, la *Salvinia auriculata* alcanzó resultados superiores. Concluyeron que la utilización de *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas residuales es eficiente y representa una capacidad de remoción 50.4%, pero el tratamiento *salvinia auriculata* lo es aún más (67.76%). Además, **Araque et al. (2020)** evaluaron la fitorremediación utilizando *Eichhornia crassipes* en las aguas residuales del sector Tierra Negra en Boyacá. El trabajo investigativo presentó un enfoque cuantitativo, experimental con un nivel explicativo y descriptivo, llevando a cabo como principales procesos el diagnóstico de calidad de agua, montaje del procedimiento de fitorremediación y la medición de parámetros físicos de las quebradas Santa Lucía y Chiniscua. Como principales resultados obtuvieron una reducción de la DBO a 1175 mg O₂/L (eficiencia del 6.24%), la DQO tuvo una disminución a 4515 mg O₂/L (10 %), el pH aumentó de 4.9 a 5.1 y el OD al final osciló entre valores < 0.08. Lograron concluir que el procedimiento de

fitorremediación que utiliza *Eichhornia crassipes* para tratar las aguas servidas (residuales) tiene una eficiencia de más del 71%. También, **León et al. (2018)** evaluaron el potencial de remoción de las especies *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en las aguas servidas arrojadas en los recursos hídricos de la provincia de Guayas, Ecuador. Fue de tipo aplicada, experimental descriptivo, siendo las muestras de agua servidas tomadas del río Guayas, estero Peñafiel y recinto Aguas Frías; asimismo, las plantas se reprodujeron in vitro y se desarrollaron bioensayos para comprobar su capacidad de remover coliformes y otros contaminantes. Como resultado, las especies en estudio redujeron la carga bacteriana en el nivel máximo, el pH se incrementó a 8.45 y la temperatura descendió de 2 a 3°C. Concluyeron que la especie *Eichhornia crassipes* tiene un potencial de remoción del 99% y la *Pistia stratiotes* del 100%, por lo cual ambas especies son eficientes para emplearlas como tratamientos de fitorremediación en aguas residuales. Por otro lado, en el contexto nacional **Quispe et al. (2021)** determinaron el nivel de remoción de fósforo y nitrógeno en aguas residuales vertidas en los principales efluentes de Pucallpa, empleando plantas acuáticas (*Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*). La investigación fue de tipo aplicada y diseño no experimental, evaluando la capacidad de remoción de N y P durante 5 días, a través del cultivo de las plantas acuáticas mencionadas, realizado 4 meses previos. Los resultados exhibieron que la cantidad óptima de especies para disminuir el exceso de nutrientes es de 60 muestras para purificar 80 litros de agua, con una reducción de 0.35 mg/L hasta 0.09 mg/L de N y de 5 mg/L hasta 0.53 mg/L de P. Lograron concluir que ambos tratamientos son eficientes dado que su capacidad de remoción en porcentaje es 70% - 80% (*Eichhornia crassipes*) y 55% - 60% (*Lemna minor*). Asimismo, **Mena (2021)** evaluó las propiedades y la capacidad de remoción de *Eichhornia crassipes* y otras especies de macrófitas en las aguas residuales de Huaura-Lima. El estudio fue realizado bajo un diseño no experimental y nivel explicativo, analizando muestras de agua de afluentes cercanas a la localidad de Nueva Esperanza. Los resultados demostraron que el lirio acuático, junco y carricillo presentan un actividad u operación de remoción, pero no es relevante ya que alcanzó un valor ($p > 0.05$); sin embargo, para el cadmio, su capacidad removedora es significativa en las tres diferentes especies (jacinto de agua = 78%; junco = 51% y carricillo (29%). Concluyó que el jacinto de agua (*Eichhornia Crassipes*) es la forma o modalidad la efectiva para atrapar los metales pesados de las aguas residuales, ya sean de origen

doméstico o industrial. De la misma manera, **Limache (2021)** comparó y analizó la eficacia del jacinto de agua y la lechuga acuática en la depuración de parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales de Tacna. La investigación aplicada fue realizada bajo un diseño no experimental, analizando durante 0, 20, 40 y 60 días, una muestra equivalente a 140 litros tomados de un canal de aguas residuales. Los principales resultados dieron a conocer que la planta acuática *Eichhornia crassipes* tiene un porcentaje de remoción de coliformes, conductividad y DBO equivalente a 99% (60 días) y la *Pistia Stratiotes* tuvo un pH más cerca a la neutralidad siendo igual a 7.26 (20 días), disminuyendo la DQO y generando el OD más adecuado a los 60 días. Concluyeron que la *Eichhornia crassipes* es la macrófita óptima para tratar aguas residuales de Tacna, al tener un nivel de eficiencia de remoción superior en todos los tiempos analizados. Por su parte, **García y Parejas (2021)** buscaron determinar el nivel eficiencia de *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* (macrófitas flotantes) en las características microbiológicas fisicoquímicas de las aguas residuales de Huáchac. El estudio aplicado de enfoque cuantitativo fue realizado en base a un diseño cuasiexperimental con alcance descriptivo. En sus resultados mostraron que el índice de remoción de la DQO alcanzó 81.29% (*Eichhornia crassipes*) y 74.34% (*Pistia Stratiotes*); en el caso de la DBO alcanzó fue 83.91% y 75.10%, respectivamente. Concluyó que el tratamiento con las plantas macrófitas contribuyen a la reducción de DQO, DBO y coliformes, resaltando que la especie *Eichhornia crassipes* es más eficiente que la macrófita *Pistia Stratiotes*. Por último, **Morales et al. (2019)** desarrollaron su investigación con el propósito de establecer la repercusión del *Eichhornia crassipes* (jacinto de agua) en la depuración de aguas residuales en Santa Lucia - Chachapoyas. El enfoque metodológico fue cuantitativo, de tipo aplicada, diseño no experimental y alcance descriptivo, utilizando tres tipos de tratamientos durante ocho semanas. Los resultados demostraron que en el primer tratamiento la especie mostró una acción purificadora ya que la DBO disminuyó de 34 a 12.53 ppm; en cuanto a la DQO el segundo tratamiento permitió la disminución de 45.36 a 20.5 pp. Concluyeron que el jacinto de agua disminuye significativamente los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales, demostrando eficiencia de remoción en un 59.58%(DQO) y 63.18% (DBO). En cuanto a las bases teóricas, en primera instancia la fitorremediación es definida por **Vargas et al. (2018)** como la depuración y purificación del suelo a través de la descontaminación de la tierra, la

limpieza del aire o el saneamiento de aguas residuales haciendo uso de plantas vasculares, algas, hongos o de manera general, ecosistemas en donde se encuentren dichos elementos. Asimismo, **Carreño-Sayago y Rodríguez-Parra (2019)** indican que es una tecnología que saca provecho de la posibilidad de ciertas plantas acuáticas o marinas para absorber, reunir, degradar y eliminar compuestos contaminantes, por lo que actualmente se está aplicando en diferentes territorios con la finalidad de restaurar suelos contaminados con compuestos orgánicos e inorgánicos. Por su parte, **Arteaga y Toscano (2018)** revelaron que involucra la utilización de plantas y/o microorganismos relacionados a la mejora funcional recuperación de ecosistemas contaminados; dicha metodología se enmarca en los procedimientos naturales por medio de los cuales la flora y microbiota relacionada a sus raíces degradan y aíslan los contaminantes. Las ventajas de la fitorremediación son expresadas por **Ilo et al. (2020)**: Es un medio tecnológico sustentable y viable; es eficaz para combatir y tratar muchos contaminantes; se utiliza en ambientes con concentraciones contaminadas de bajas a moderadas; son económicas y no se necesita de personas especializadas para su gestión; no es muy dañino para el ecosistema, no genera otros contaminantes derivados y por ello no se requiere de lugares para desecho; se caracteriza por ser reciclable y tiene una versatilidad potencial para tratar múltiples materiales peligrosos. Igualmente, **Tabinda et al. (2018)** agregan que su importancia radica en la facultad de sacar provecho de diferentes plantas para metabolizar, almacenar y absorber diversos contaminantes que se encuentran en los suelos, agua, atmósfera o los sedimentos. De manera específica, **Christian y Beniah (2019)** señalan que la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, consiste en un método de tratamiento o depuración de aguas que contienen residuos contaminados, que utiliza la potestad de las plantas comúnmente conocidas como jacinto de agua y lechuga acuática, para degradar o eliminar elementos, compuestos o contaminantes en el agua y metabolizar diversas moléculas en sus tejidos. En ese sentido, **Ansari et al. (2020)** manifiestan que dichas plantas son catalogadas como macrófitas debido a que se caracterizan por ser vegetación acuática, que se han adaptado a ecosistemas hídricos, es decir, sus estructuras vegetales (raíces, tallos y hojas) flotan o se encuentran sumergidas bajo el agua; incluye plantas totalmente sumergidas, parcialmente sumergidas y flotantes. Con respecto a la especie *Eichhornia crassipes* **Ansari et al. (2020)** explican que es una planta acuática

perteneciente al grupo de *Pontederiaceae*; posee bulbos aireados que le posibilita flotar y producir flores moradas. Es originaria de las regiones cálidas de Sudamérica, la selva amazónica y las aguas dulces de las Cuenca del Plata, cuya abundancia altera en gran medida las condiciones de los humedales (**Wickramasinghe y Kumari 2018**). Así también, **Singh, J. et al. (2021)** mencionan que presentan las siguientes características: Los tallos de sus plantas son extremadamente cortos; las hojas están en rosetas, elevándose para extenderse; los pecíolos son cortos, inflados (globosos), con aerénquima; dimorfismo de las hojas cuando se cultivan en grupos: hojas puras ascendentes y pecíolos delgados y más Pecíolo con poca hinchazón; hojas de 2 a 16 cm. En cuanto a la especie *Pistia stratiotes*, según **Abbas et al. (2019)** es conocida de manera popular como repollo o lechuga de agua e integra la familia de plantas acuáticas *Araceae*. Asimismo, **Mohd et al. (2020)** mencionan que flotan en el agua con sus raíces sumergidas bajo las hojas flotantes; son plantas perennes monocotiledóneas con hojas gruesas y lisas que forman una roseta, las cuales pueden medir hasta 14 centímetros de largo, tienen algunos tallos con bordes verdes y venas paralelas que son ligeramente onduladas y están cubiertas de pelos cortos, formando una estructura como de una cesta. Por otro lado, las aguas residuales son conceptualizadas por **Vieira et al. (2021)** como todas las aguas contaminadas con diferentes sustancias, ya sean orgánicas o inorgánicas, directamente de humanos y animales y el uso industrial de ciertas sustancias, el agua doméstica puede incluirse en esta clasificación. De igual forma **Su et al. (2018)** revelan que son aguas de diversos componentes que provienen de descargas de uso municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o doméstico y la mezcla conjunta de ellas. Por su parte **Nazir et al. (2020)** aluden que las aguas contaminadas o residuales son todos los tipos de aguas que su calidad se ve afectada de manera negativa por la repercusión y consecuencia de la humanidad; es un tipo de agua que no tiene valor o utilidad directa ni por su calidad, ni cantidad y su disponibilidad. Además, de manera específica Jaramillo, **Marín y Ocamcampo (2018)** expresan que las aguas residuales domésticas hacen referencia a las aguas que se generan debido al uso de dicho líquido en diferentes actividades de una vivienda, y contaminan en cierta medida el agua, lo que significa que contienen residuos orgánicos o sólidos como detergentes, grasas, aceites, entre otros; los cuales requieren de un adecuado procedimiento para eliminarlos. Asimismo, **Singh, Jogendra et al. (2021)**

establecen que generalmente se clasifican en tres tipos: a) Aguas residuales urbanas: Comprenden las aguas negras domésticas combinadas con aguas servidas industriales o pluviales. b) Aguas residuales domésticas: Proceden de zonas de viviendas o servicios, que se producen en general por la actuación doméstica y el metabolismo de las personas. c) Aguas residuales industriales: Son todos los tipos de aguas, que no sean domésticas o escorrentías de aguas pluviales, descargadas de locales empleados para algún tipo de operación comercial o industrial. Según **Gaballah et al. (2019)** su efecto es de tal magnitud que su gestión, descontaminación y posterior eliminación son cruciales, con el fin de mantener un saneamiento adecuado. Por ello, sobre los métodos de tratamiento para las aguas residuales Kumar, **Singh y Chopra (2018)** sostiene que son una secuencia de procedimientos físicos, químicos y biológicos que tiene como propósito erradicar los agentes contaminantes del agua. **Vidal et al. (2019)** indican que representa una sucesión integral de operaciones físicas, químicas y biológicas usadas para depurar las aguas residuales a un nivel de calidad requerido para su disposición final o uso a través de la reutilización, siendo los métodos o tipos de tratamiento más populares tratamiento con luz UV, ozonización, fitorremediación, tratamiento con clorina, sistemas de filtración, tratamientos primarios, separadores por gravedad, entre otros.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio científico fue de tipo aplicada, puesto que se emplearon tratamientos de fitorremediación con las macrófitas *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* con el propósito de depurar las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas y de ese modo mejorar las condiciones medioambientales de dicho territorio. De acuerdo con CONCYTEC (2018) este tipo de estudios se caracterizan por utilizar conocimientos ya establecidos con la intención de buscar solucionar un determinado problema o fenómeno de la sociedad; es decir se basa en la aplicación de teorías en casos prácticos.

3.1.2. Diseño de investigación

El trabajo investigativo fue ejecutado bajo un diseño cuasi-experimental, dado que se analizará la capacidad de fitorremediación de las especies *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* a través de pruebas de campo, considerando la evaluación de un grupo experimental antes y después de aplicar los tratamientos en las aguas residuales. Según Hernández et al. (2018) las investigaciones de diseño cuasi-experimental son aquellas que involucran un conjunto de procesos asociados a un plan de trabajo para estudiar el impacto o efecto de ciertos tratamientos y/o procedimientos de cambio en circunstancias en donde no se ha asignado elementos o sujetos de observación de acuerdo a un criterio aleatorio.

Tabla 1: Grupos de evaluación (testigo y tratamiento)

Tiempo que dura el tratamiento	Muestra	Cantidad humedales	Especie de macrófitas	Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	
<i>T0 – Muestra testigo</i>	20 litros de ARD	1 humedal conteniendo 20 litros de ARD	Sin plantas ni tratamiento	Días de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - STS - pH - Temperatura - DBO - DQO - CT - AyG
<i>T1 - 10 días</i>	20 litros de ARD	1 humedal conteniendo 20 litros de ARD	10 macrófitas EC por estanque	10	
<i>T2 - 15 días</i>	20 litros de ARD	1 humedal conteniendo 20 litros de ARD	10 macrófitas PS por estanque	15	
<i>T3 - 20 días</i>	20 litros de ARD	1 humedal conteniendo 20 litros de ARD	10 macrófitas EC+PS por estanque	20	
Total	80 litros de ARD	4 estanques	30 plantas macrófitas (<i>E. crassipe</i> Y <i>Pistia stratiotes</i>)	45 días de tratamiento	

Para evaluar los días de tratamiento se planteó una fórmula en relación con la muestra testigo y el experimental siendo estos descritos a continuación:

$$\%_{Remocion} = \left(\frac{Concentracion\ Inicial - Concentracion\ Final}{Concentracion\ Inicial} \right) \times 100$$

To = Concentración inicial (muestra testigo)

T1 = Concentración final (cada uno de los tratamientos)

A partir de estos resultados se comparó entre los valores obtenidos por el testigo y el grupo experimental a fin de obtener un valor cerca de 1.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*.

Definición conceptual: Método de tratamiento de aguas residuales que aprovecha la capacidad de las plantas comúnmente conocidas como jacinto de agua y lechuga, para degradar o eliminar elementos, compuestos o contaminantes en el agua y metabolizar diversas moléculas en sus tejidos. (Christian y Beniah, 2019)

Definición operacional: Se realizó un monitoreo periódico de los parámetros de campo y se analizó cada tipo de tratamiento.

Dimensiones: Eficiencia de remoción, absorción de contaminantes.

Indicadores: Remoción.

Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Aguas residuales domésticas.

Definición conceptual: Son producto del uso de dicho líquido en las diferentes actividades de un hogar, las cuales producen un nivel de contaminación al agua que puede manifestar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas. (Jaramillo, Marín y Ocampo, 2018)

Definición operacional: Se midieron por medio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras recogidas de aguas residuales domésticas.

Dimensiones: Parámetros fisicoquímicos y parámetros microbiológicos

Indicadores: Sólidos totales en suspensión, Ph, Temperatura; DBO, DQO, OD

Escala de medición: Razón

Ver matriz de operacionalización (Anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población está conformada por las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada de la localidad de Yurimaguas, considerando que la población es el grupo de casos factibles, establecidos y definidos empleados para representar la muestra y que cumplen diversos juicios específicos, vale hacer la aclaración que cuando se refiere a la población, no solo se tiene en cuenta las personas, también se incluyen otros elementos (Arias y Gómez, et al. 2019)

- **Criterios de inclusión:** Para la ejecución de la investigación se consideró las aguas residuales domésticas correspondientes del vertimiento Atun quebrada, Yurimaguas.
- **Criterios de exclusión:** No se tuvo en cuenta aguas residuales industriales, tampoco aguas residuales domésticas que son vertidas en otras localidades ajenas a Yurimaguas.

3.3.2. Muestra

La muestra de la investigación está constituida por 80 litros de aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada. Por ello Toledo (2018), se refiere a la muestra como aquella parte de la población estudiada, las cuales reflejan condiciones similares a la población.

3.3.3. Muestreo

Para seleccionar la muestra del estudio se hizo uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que las unidades de análisis fueron seleccionadas según el propio criterio del investigador, considerando la facilidad de acceso o los fines que desea conseguir. (Otzen y Manterola, 2017).

3.3.4. Unidad de análisis

Los estanques experimentales a nivel piloto los cuales contenían aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada, por ello, Gallardo (2017), plantea que la unidad de análisis es el elemento principal o representativo del objeto de investigación. Por lo que se refiere al que representa al objeto de interés en una investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se aplicaron las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Es un componente esencial en todo proceso investigativo, el cual consiste en analizar de manera detenida un hecho, fenómeno o caso en particular, para luego obtener y registrar información sobre ello; por lo tanto, los resultados que se consigan son considerados datos originales y verídicos. (Ñaupas et al. 2018).
- **Descripción:** Se refiere a la explicación y anotación de datos específicos y lenguaje técnico relacionado a un determinado tema, por lo cual se utiliza para obtener información sobre una temática u objeto de estudio. (Valderrama 2019).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En ese sentido, de acuerdo con las técnicas de recolección señaladas en líneas anteriores, los instrumentos a emplear fueron los siguientes:

- **Ficha de registro de campo:** Permitió el recojo de evidencias concretas acerca de las características de los elementos del estudio.
- **Cadena de custodia:** Se adquirió a través del laboratorio donde se experimentó con las unidades de análisis, especificando la toma de muestras, la conservación u otros procesos concernientes a la evaluación del objeto de estudio.

3.5. Procedimientos

La investigación fue desarrollada en base a tres etapas:

Etapas 1 - Gabinete inicial:

- Corresponde a la evaluación teórica de las especies *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*.
- Se realizó la validación de recolección de datos.

- Se procedió a calcular la medida de los estanques, para seguidamente obtenerlos.
- Se reconoció el área de estudio, para elaborar mapa y su punto de ubicación.
- Se fijó el costo del laboratorio que luego fueron remitidos para analizar las muestras de aguas residuales domésticas tomadas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas.

Etapa 2 - Campo:

- Se reconoció los puntos de muestreo y posteriormente se aplicaron la ficha de registro de campo que permitió plasmar y describir las características de todo el proceso de monitoreo (lugar de acceso, datos de la ubicación geográfica, ubicación de la zona de muestreo, etc.), tal como se detallan en las siguientes imágenes:



- Posteriormente se recolectó las muestras de la quebrada atún utilizando preservantes en dos muestras, en AyG 40 gotas de preservantes, DQO 20 gotas de preservantes, y el DBO no debe contener ningún tipo de burbujas, con los demás no hay ningún tipo de trato adicional, luego de la recolección se remitió vía aérea a la ciudad de Lima, junto con ella se llenó la cadena de custodia lo que permitió que los datos estén claros y veraces al momento de su evaluación.



- Se esperaron 10 días para tener los resultados preliminares del laboratorio
- Durante la espera se acondicionó y llevo los estanques al lugar donde se realizó la experimentación, desarrollando los respectivos tratamientos, T1, T2, T3, T0; es decir, esta información ha contribuido de manera significativa en el tratamiento oportuno, garantizando que cada una de las etapas y procesos puedan estar enmarcados en bases científicas.



- Se recolectó la planta *Eichhornia crassipes* en la ciudad de rioja, ubicado, en la laguna MASHUYACU (-6.10805,-77.18980), y la especie *Pistia stratiotes* en la laguna RICURICOCHA de la localidad de morales (-6.53875,-76.40577).



- Se pasó al proceso de adaptación durante 5 días en bandejas con agua potable.



- Luego de los 5 días de adaptación, se recolectó el agua residual doméstico, ubicado en el AA. HH Virgen de las nieves, distrito de Alto Amazonas, en Atun. Quebrada



- Se colocó el agua residual en los estanques con 20 litros por cada uno de

ellos, acomodando 10 plantas de cada especie en 2 estanques diferentes y en otro estanque 5 de cada especie.



- Llegaron los resultados y se comparó con el DS 003-2010-MINAM los límites máximos permisibles.
- Pasado de los 10 días desde que se puso las macrófitas se recolectó las muestras, y se envió nuevamente al laboratorio



- A los 15 días después de enviar la segunda muestra, se volvió a recolectar y enviar la 3



- Para finalizar se recolecto la muestra del día 20, y se procedió nuevamente con el envío 4



- Llegaron los resultados y se comparó con el DS 003-2010-MINAM los límites máximos permisibles.

Etapas 3 - Gabinete final:

- Luego de la recepción de los informes de cada uno de los ensayos de laboratorio se identificó los resultados del pre y post tratamiento de las muestras (T1, T2, T3 y T0); luego se procedió con el ingreso de los datos en el programa estadístico SPSS 28; principalmente se realizó una evaluación de la normalidad de los datos.
- Luego del proceso de normalidad de los datos, se aplicó una prueba paramétrica de T de Student con la finalidad de establecer la diferencia estadística entre los tratamientos, de igual manera se efectuó en análisis de varianza que estableció el tamaño de los efectos y eficiencia de tratamientos respectivamente.
- De estos datos, se permitió obtener los resultados de manera descriptiva

y los datos respecto a la eficiencia; uno de los elementos indispensables fueron las tablas y figuras correspondientes a cada uno de los objetivos.

3.6. Método de análisis de datos

A través del método descriptivo, los resultados conseguidos mediante la prueba de laboratorio fueron procesados estadísticamente gracias al programa SPSS 28, cuyos valores fueron plasmados en tablas o representados en gráficos que exhibieron la eficiencia de los tratamientos utilizados, para finalmente ser comparados y presentar las conclusiones y recomendaciones.

IV. RESULTADOS

En el trabajo de campo y experimentación realizado se alcanzaron resultados que nos ayudan a lograr los objetivos trazados, por ello se resuelve el objetivo específico 1 que es el siguiente:

4.1. Determinar las características biológicas iniciales de las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun Quebrada

Las características biológicas iniciales del vertimiento de aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada que corresponde al tratamiento T0 o muestra testigo es de 120,000 NMP/100ml de coliformes fecales (Tabla y figura 1).

Tabla 2: Características biológicas iniciales del vertimiento (coliformes fecales) del vertimiento de Atun quebrada.

Condiciones biológicas iniciales (muestra testigo) Coliformes fecales	
Muestra testigo (T0)	120,000 NMP/100ml
Límite Máximo Permissible (LMP)	10,000 NMP/100ml

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-055

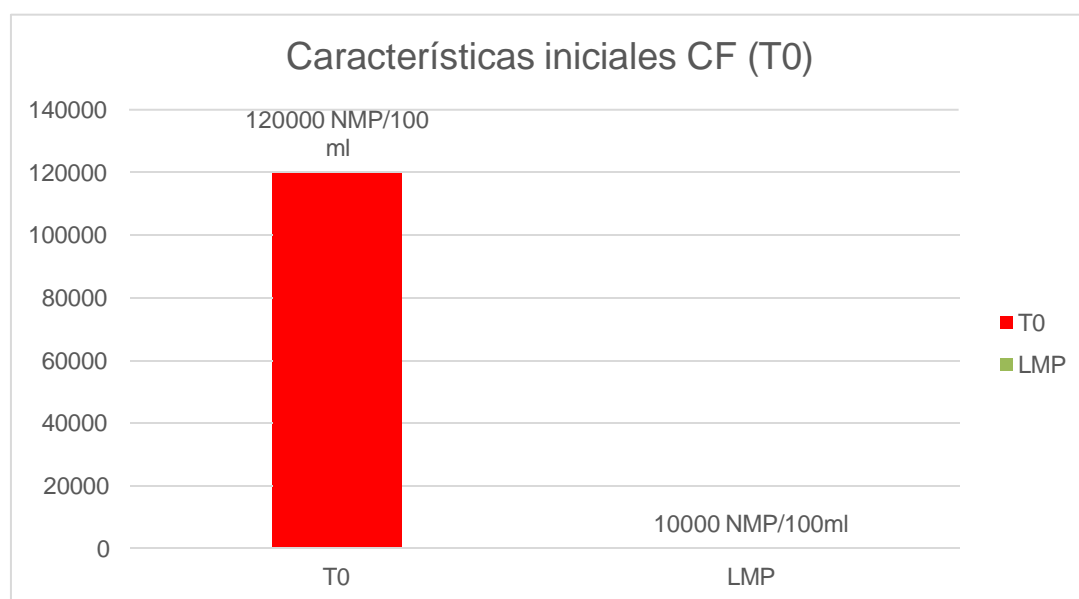


Figura 1: Características biológicas iniciales del vertimiento (muestra testigo)

Interpretación:

La tabla 2 y figura 1 muestra a las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada con una concentración inicial de 120,000 NMP/100 ml, lo que significa que los coliformes fecales son 8.33% más de lo que se establece en la normatividad nacional vigente que corresponde al D. S. 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP 10000 NMP/100ml), los cuales se disponen de forma inadecuada y sin ningún tipo de tratamiento al Atun quebrada de la ciudad de Yurimaguas, lo que ocasiona una contaminación ambiental y deterioro en la salud de los pobladores asentadas en esa parte del territorio.

4.2. Analizar la concentración de parámetros físicos y químicos pre y post tratamiento con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Los parámetros físicos y químicos pre tratamiento (T0 muestra testigo), fueron evaluados en un laboratorio acreditado por INACAL, lo que nos permitió conocer las condiciones y concentraciones iniciales de contaminantes que tiene el vertimiento del Atun quebrada. (tabla y figura 2)

Tabla 3: *Parámetros físicos y químicos pre test (T0) muestra testigo*

Parámetros de ensayo	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/l	46.6
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145
Demanda biológica de oxígeno	mg/l	205
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111
Potencial de hidrógeno	pH	8.05
Temperatura	°C	19.2

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACAL, IE-22-055

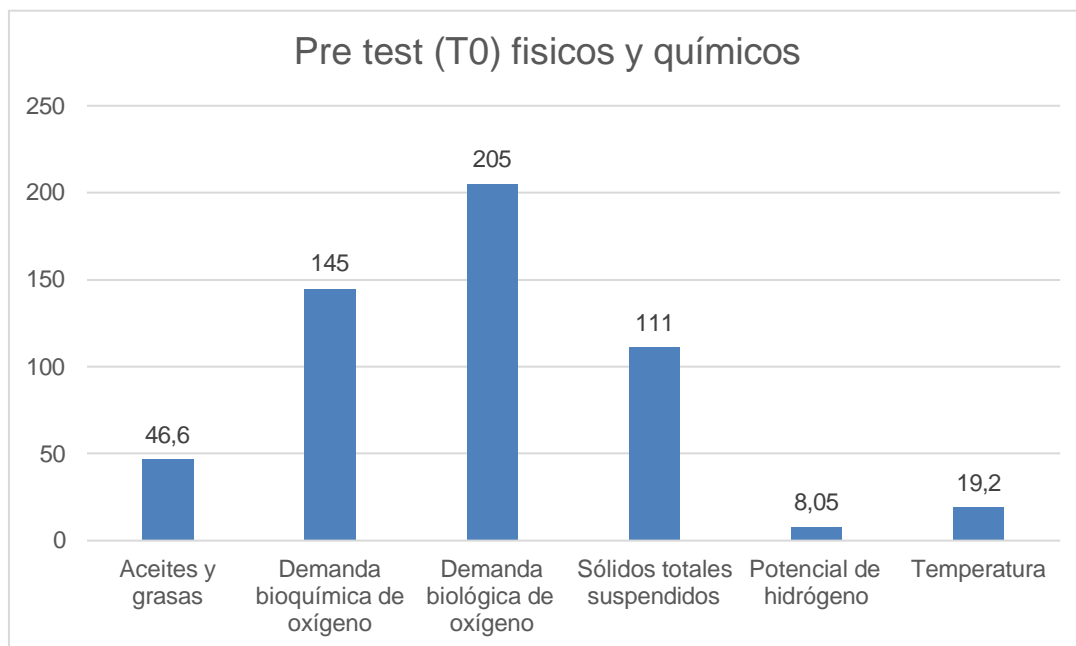


Figura 2: Características físicas y químicas del vertimiento (muestra testigo)

Interpretación:

La tabla 3 y figura 2 se evidencia a las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada en pre test, a los aceites y grasas con 46.6 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno con una concentración de 145 mg/l de muestra, la demanda biológica de oxígeno con 205 mg/l, al mismo tiempo los sólidos totales suspendidos con una concentración inicial de 111 mg/l, al potencial de hidrógeno con 8.05 unidades de pH y la temperatura inicial con 19.2°C, motivo por el cual ocasiona una contaminación ambiental y por consiguiente una afectación en la salud poblacional.

Tabla 4: *Parámetros físicos y químicos post tratamiento con Eichhornia crassipes (10 días)*

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	31.7
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	50
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	53.5
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	80.4
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.50
Temperatura	°C	19.2	21.5

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-076

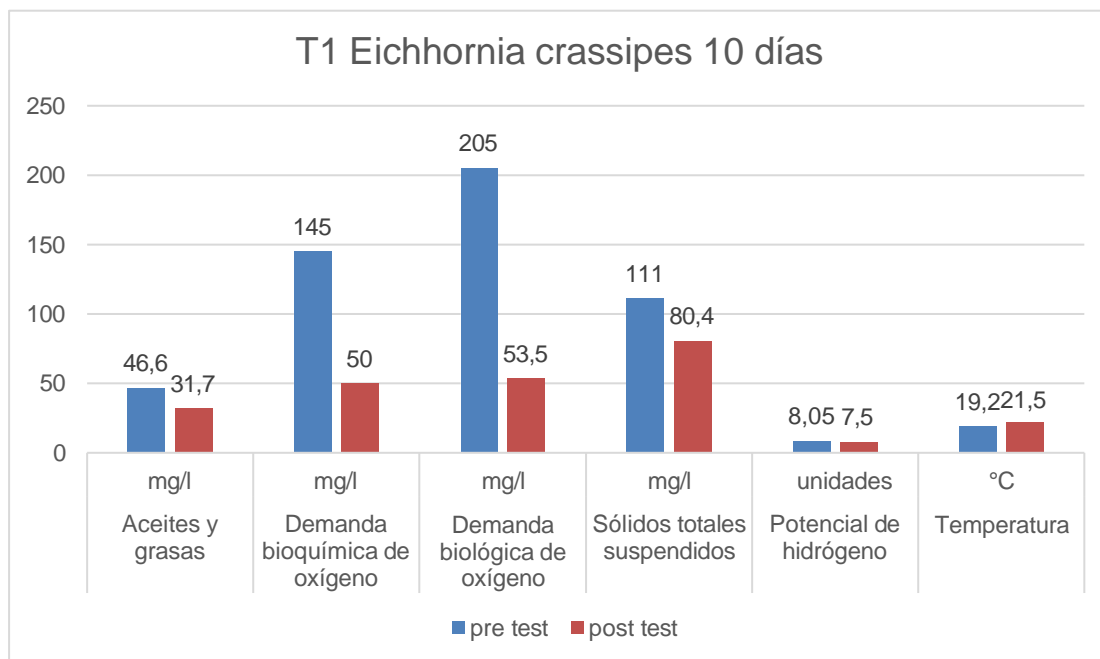


Figura 3: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con *Eichhornia crassipes* (10 días).

Interpretación:

La tabla 4 y figura 3 se evidencia en T1 con 10 días de tratamiento respecto a la T0 (muestra testigo) y empleando la macrófita *Eichhornia crassipes*, el parámetro aceites y grasas muestra una disminución en su concentración de hasta 31.97%, la DBO con 65.51% de mitigación, DQO con 73.9% de merma en su concentración, los STS con 27.57% de rebaja en su concentración, el pH con 6.8% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento en un 11.98%, lo que se evidencia que en 10 días de tratamiento la especie *Eichhornia crassipes* tiene la capacidad de facilitar la disminución y reducción de contaminantes en aguas residuales y por ende las concentraciones son menores a los de la T0.

Tabla 5: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con *Pistia stratiotes* (10 días)

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	22.1
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	46.4
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	49.2
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	60.8
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.46
Temperatura	°C	19.2	21.3

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-076

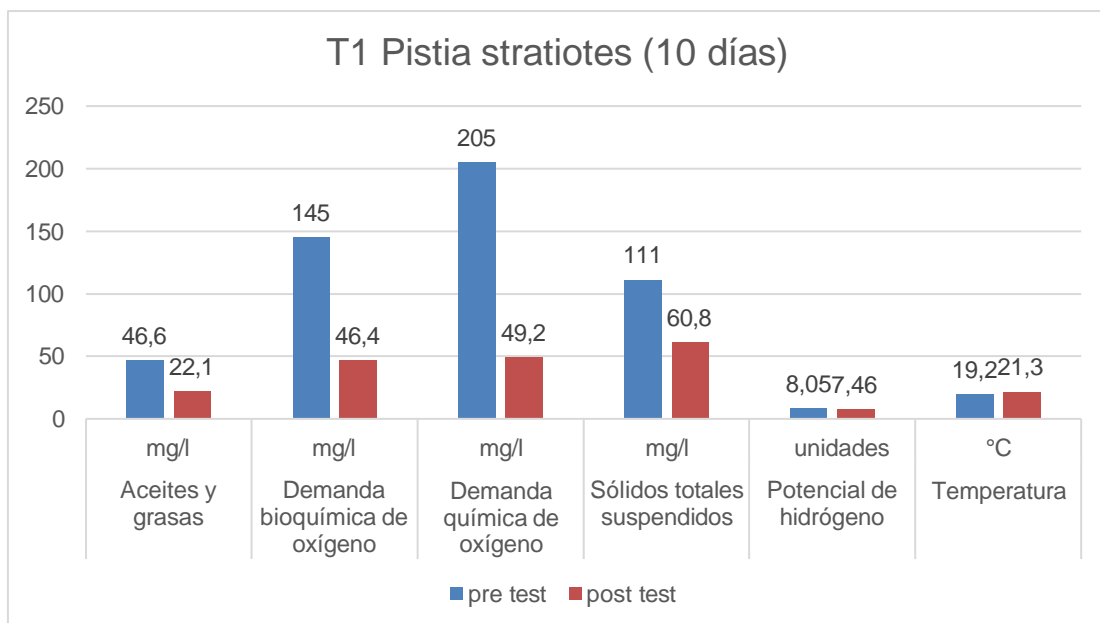


Figura 4: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con *Pistia stratiotes*

Interpretación:

La tabla 5 y figura 4 se muestra al T1 con 10 días de tratamiento respecto a la T0 (muestra testigo) y utilizando *Pistia stratiotes*, el parámetro aceites y grasas muestra una baja en su concentración de 52.58%, la DBO con 68% de reducción, DQO con 76% de disminución en su concentración, los STS con 45.22% de merma en su concentración, el pH con 7.33% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento en un 10.93%, evidenciando que en 10 días de tratamiento la especie *Pistia stratiotes* facilita el tratamiento y reducción de la concentración de contaminantes en aguas residuales, encontrándose por

debajo de los niveles de la muestra testigo.

Tabla 6: *Parámetros físicos y químicos post tratamiento con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes (10 días)*

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	2.4
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	19.0
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	55.1
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	25.9
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.41
Temperatura	°C	19.2	20

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-076

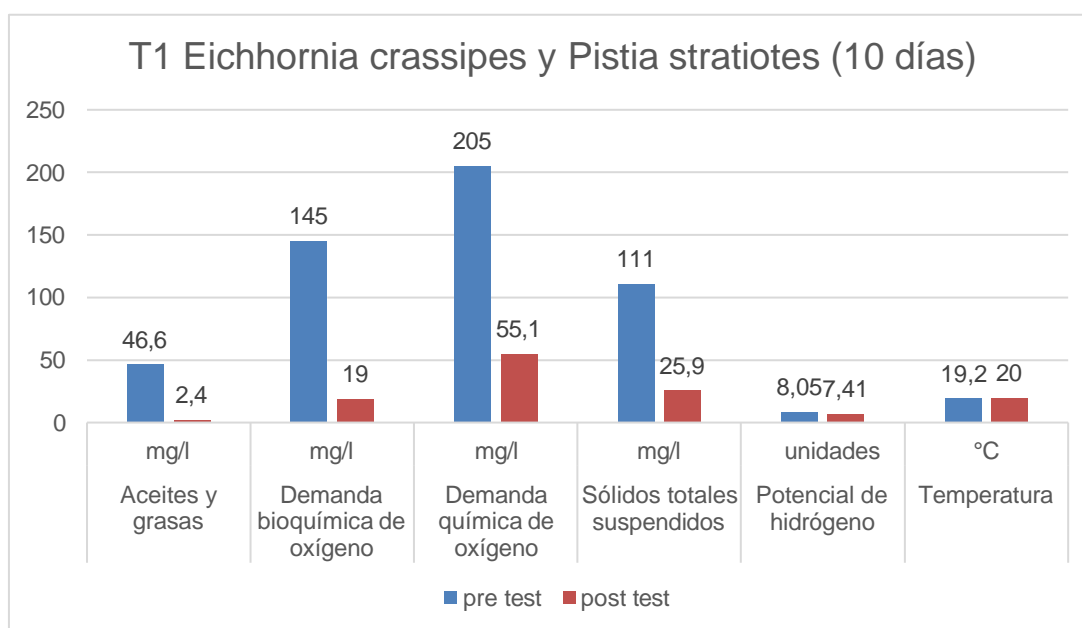


Figura 5: Características físicas y químicas del vertimiento T1 con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*

Interpretación:

La tabla 6 y figura 5 se presenta al T1 con 10 días de tratamiento respecto a la T0 (muestra testigo) y utilizando ambas macrófitas, *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, el parámetro aceites y grasas muestra una disminución en su concentración de 94.85%, la DBO con 86.9% de reducción, DQO con 73.12% de disminución en su concentración, los STS con 76.67% de merma en su

concentración, el pH con 7.95% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 4.17%, lo que determina que en 10 días de tratamiento ambas especies *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* mejoran las condiciones iniciales de las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 7: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con *Eichhornia crasipes* (15 días)

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	21.1
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	40.3
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	47.7
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	56.8
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.40
Temperatura	°C	19.2	21.1

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-077

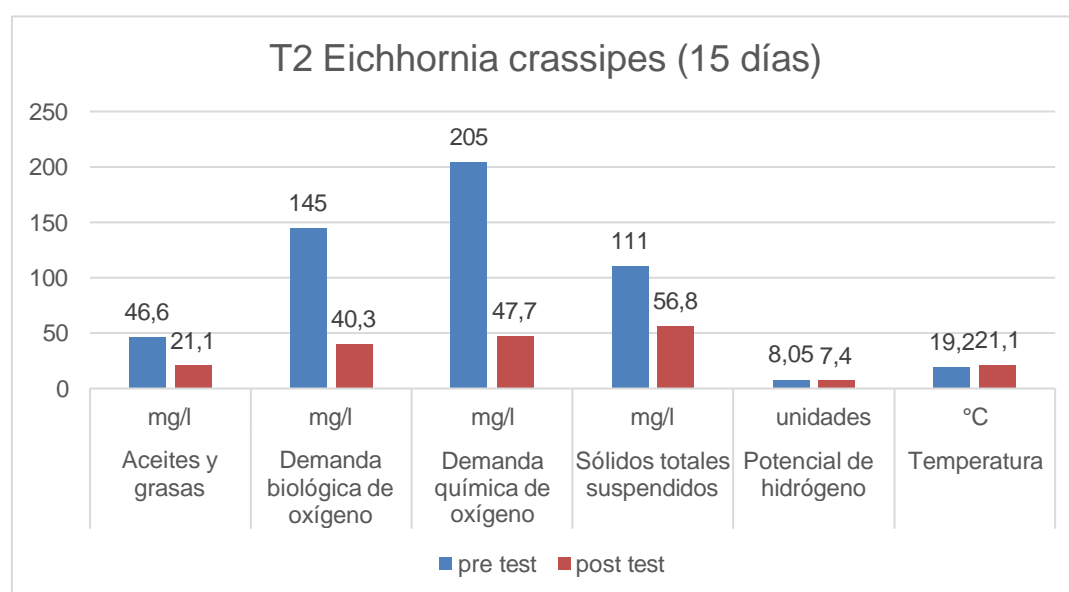


Figura 6: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con *Eichhornia crassipes*

Interpretación:

La tabla 7 y figura 6 se muestra al T2 con 15 días de tratamiento respecto a la T0 (muestra testigo) con la macrófita *Eichhornia crassipes*, donde el parámetro aceites y grasas muestran una reducción en su concentración de 54.72%, la

DBO con 72.21% de reducción, DQO con 76.73% de disminución en su concentración, los STS con 48.83% de baja en su concentración, el pH con 8.07% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 9.90%, lo se entiende que en 15 días de tratamiento con la especie *Eichhornia crassipes* mejoran las concentraciones que en un principio contiene la muestra testigo de las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 8: *Parámetros físicos y químicos post tratamiento con Pistia stratiotes (15 días)*

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	18.3
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	38
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	40.9
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	47.1
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.40
Temperatura	°C	19.2	21.5

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-077

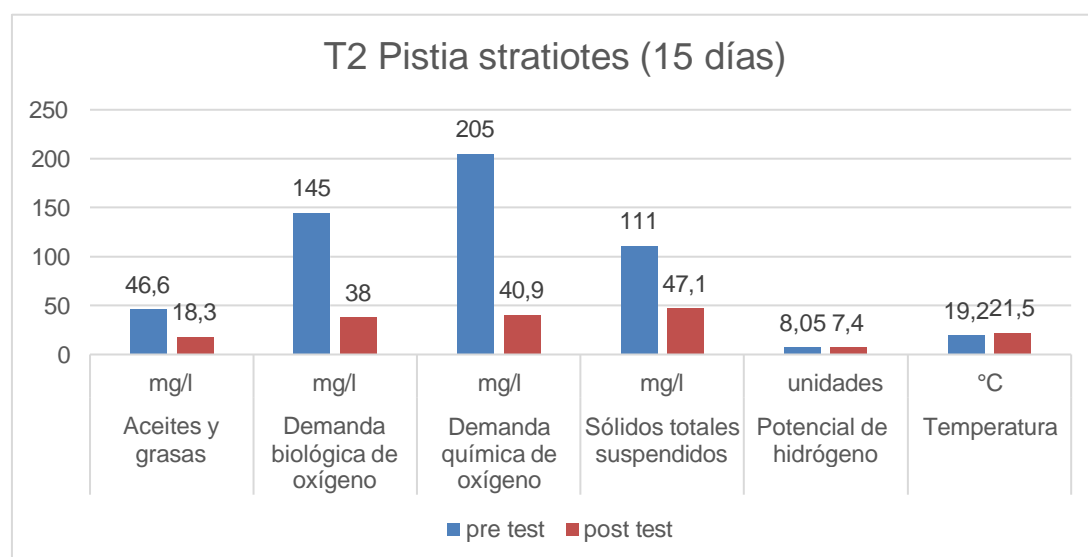


Figura 7: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con *Pistia stratiotes*

Interpretación:

La tabla 8 y figura 7 evidencia al T2 con 15 días de tratamiento respecto a T0

(muestra testigo) con la especie macrófita *Pistia stratiotes*, donde el parámetro aceites y grasas revela una reducción en su concentración de 60.73%, la DBO con 73.79% de disminución, DQO con 80.05% de descenso en su concentración, los STS con 57.57% de baja en su concentración, el pH con 8.07% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 11.98%, lo que se entiende que en 15 días de tratamiento con la especie *Pistia stratiotes* disminuyen las concentraciones iniciales de la muestra testigo tomadas de las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 9: *Parámetros físicos y químicos post tratamiento con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes (15 días)*

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	2
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	11
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	39.4
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	18.3
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.3
Temperatura	°C	19.2	21.1

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-077

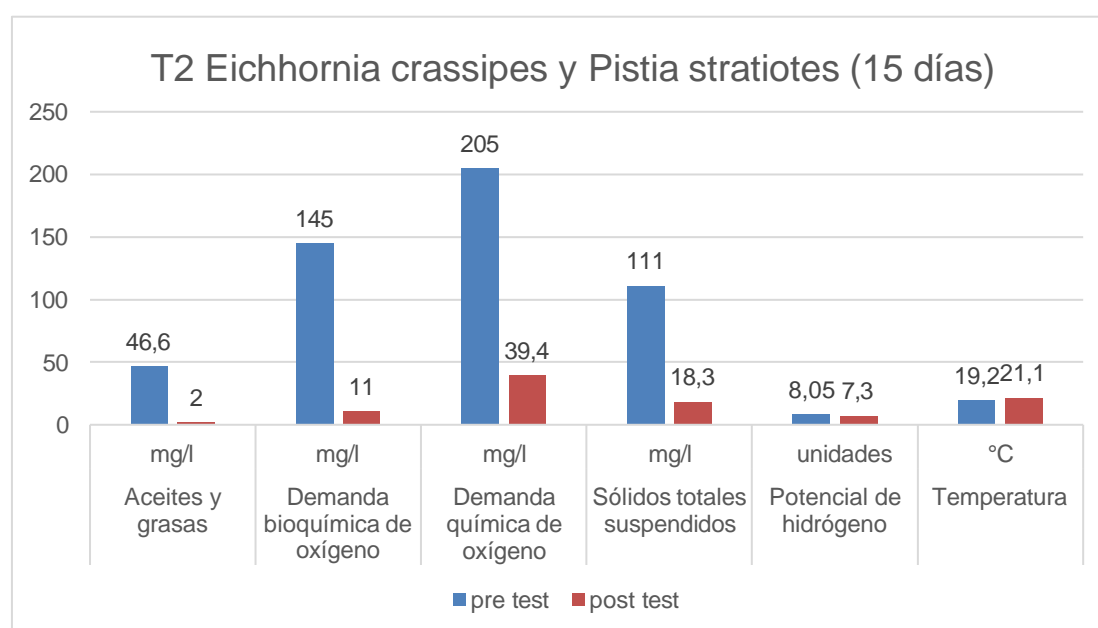


Figura 8: Características físicas y químicas del vertimiento T2 con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*

Interpretación:

La tabla 9 y figura 8 vemos al T2 con 15 días de tratamiento respecto a T0 (muestra testigo) con ambas especies macrófitas, *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, donde el parámetro aceites y grasas revela una reducción en su concentración de 95.71%, la DBO con 92.41% de disminución, DQO con 80.78% de descenso en su concentración, los STS con 83.51% de baja en su concentración, el pH con 9.32% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 9.9%, lo que evidencia que en 15 días de tratamiento con ambas especies, *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* minimizan las cantidades iniciales de contaminantes presentes en la muestra testigo tomadas de las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 10: *Parámetros físicos y químicos post tratamiento con Eichhornia crassipes (20 días)*

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	28
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	47.5
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	53
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	59.2
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.35
Temperatura	°C	19.2	21.3

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-078

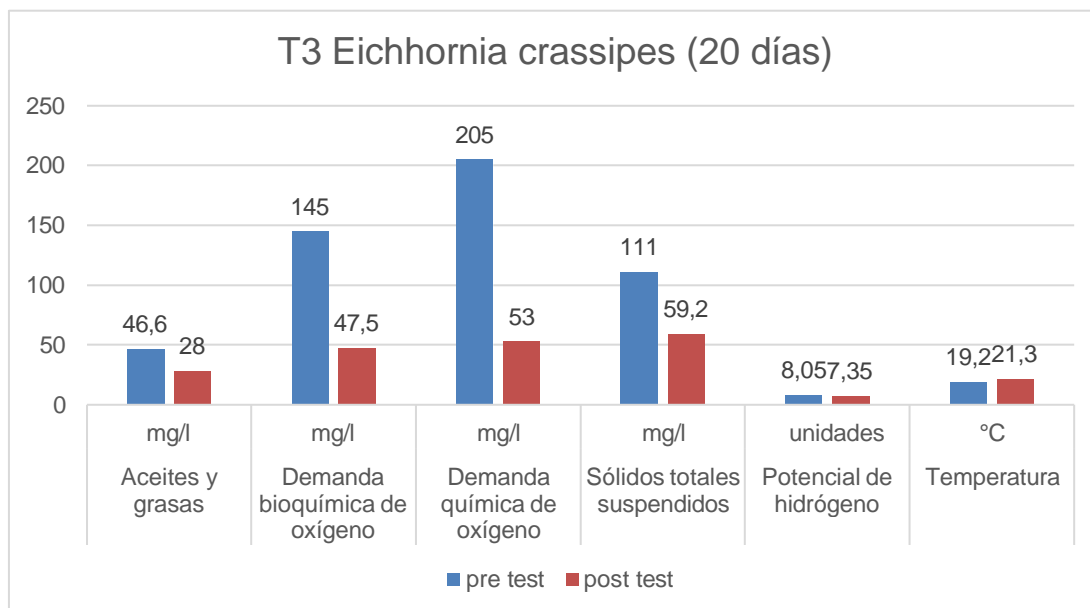


Figura 9: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con *Eichhornia crassipes*.

Interpretación:

La tabla 10 y figura 9 vemos al T3 con 20 días de tratamiento respecto a T0 (muestra testigo) la especie macrófitas, *Eichhornia crassipes*, respecto al parámetro aceites y grasas revela una reducción en su concentración de 39.91%, la DBO con 67.24% de disminución, DQO con 74.15% de descenso en su concentración, los STS con 46.67% de baja en su concentración, el pH con 8.7% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 10.94%, lo que evidencia que en 20 días de tratamiento con la especie, *Eichhornia crassipes* mitigan las concentraciones iniciales de contaminantes presentes en la muestra testigo que fueron tomadas en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 11: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con *Pistia stratiotes* (20 días)

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	21.7
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	44.9
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	49
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	54.1
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.36

Temperatura

°C

19.2

21.6

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-078

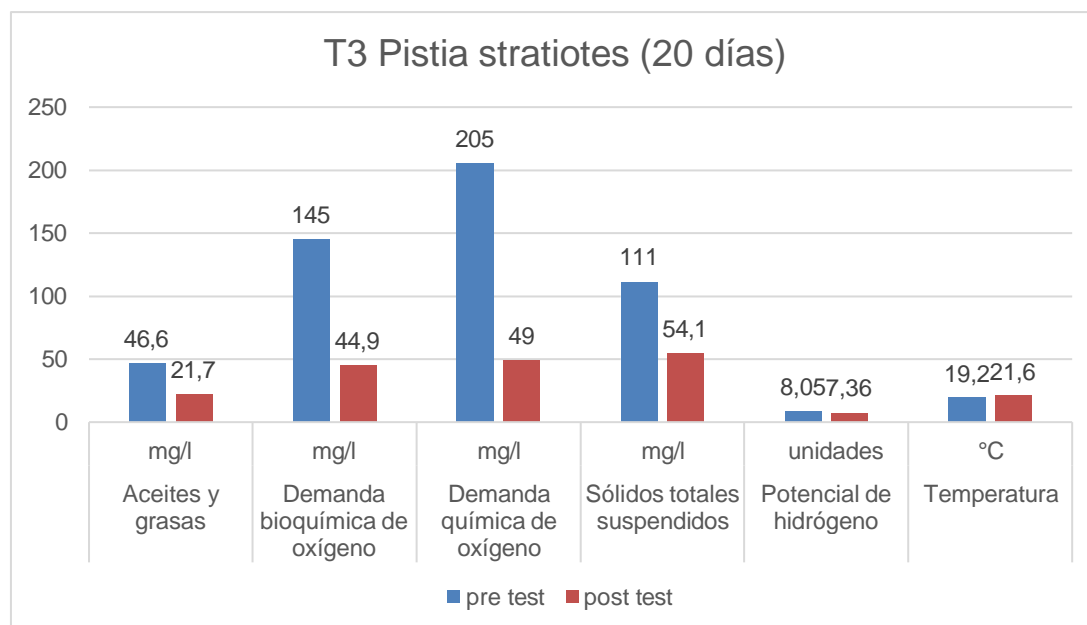


Figura 10: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con *Pistia stratiotes*

Interpretación:

La tabla 11 y figura 10 vemos al T3 con 20 días de tratamiento respecto a T0 (muestra testigo) la especie macrófitas, *Pistia stratiotes*, referente al parámetro aceites y grasas muestra una reducción en su concentración de 53.43%, la DBO con 69.03% de disminución, DQO con 76.1% de descenso en su concentración, los STS con 51.26% de baja en su concentración, el pH con 8.57% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 12.5%, lo que evidencia que en 20 días de tratamiento con la especie, *Pistia stratiotes* disminuyen las concentraciones iniciales de contaminantes que se encuentran presentes en la muestra testigo que fueron tomadas en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Tabla 12: Parámetros físicos y químicos post tratamiento con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* (20 días)

Parámetros de ensayo	Unidades	Pre test	Post test
Aceites y grasas	mg/l	46.6	2.3

Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	19.3
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	49.6
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	24
Potencial de hidrógeno	Unidades	8.05	7.35
Temperatura	°C	19.2	21.5

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-078

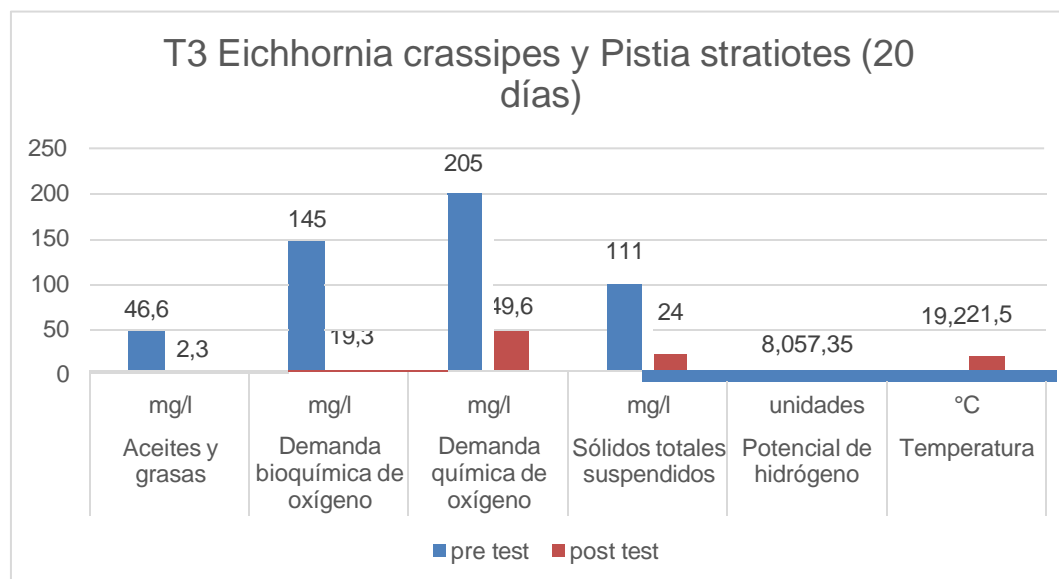


Figura 11: Características físicas y químicas del vertimiento T3 con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*.

Interpretación:

La tabla 12 y figura 11 vemos al T3 con 20 días de tratamiento respecto a T0 (muestra testigo) con ambas especies macrófitas, *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, referente al parámetro aceites y grasas muestra una reducción en su concentración de 95.06%, la DBO con 86.69% de disminución, DQO con 75.8% de descenso en su concentración, los STS con 78.38% de baja en su concentración, el pH con 8.7% de disminución y con respecto a la T° hay un aumento de 11.98%, lo que evidencia que en 20 días de tratamiento con ambas especies, *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* ayudan a disminuir las concentraciones iniciales de contaminantes que se encontraron presentes en la muestra testigo que fueron tomadas en aguas residuales domésticas del

vertimiento Atun quebrada.

4.3. Elaborar la propuesta de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada.

Con la finalidad de mejorar las condiciones iniciales del vertimiento de aguas residuales domésticas del Atun quebrada, en esta investigación se propone emplear proporciones iguales de plantas macrófitas de la especie *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, estas especies tuvieron una mejor eficiencia de remoción en 20 días de tratamiento para todos los parámetros evaluados (T3=20 días) respecto a la muestra testigo (T0), donde el parámetro aceites y grasas tiene una concentración inicial de 46.6 mg/l de muestra, y con el T3 en 20 días se logra reducirlo hasta un 2.3 mg/l, constituyendo una eficacia en su remoción de 95.06%, para la DBO inicialmente en T0 se tenía una cantidad de 145 mg/l y después del tratamiento T3 en 20 días disminuyó hasta alcanzar 19.3 mg/l logrando una eficiencia de 86.69%, la DQO inicialmente presentó una concentración de 205 mg/l y después del tratamiento con ambas macrófitas bajó hasta 49.6 mg/l lo que equivale a un 75.80% de eficiencia, respecto a los STS inicialmente se concentraba en 111 mg/l y después del tratamiento T3 en 20 días usando ambas macrófitas disminuyó hasta 24 mg/l lo que equivale a una remoción del contaminante hasta en un 78.38%, y referente a los parámetros microbiológicos como los Coliformes fecales inicialmente en la muestra testigo (T0) se tiene una concentración de 120,000 NMP/100ml de muestra, con el tratamiento T3 en 20 días empleando las dos macrófitas (*Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*), se logró disminuir hasta concentrar en 10090 NMP/100ml de muestra, lo que está muy cerca a lo establecido en la normativa nacional vigente LMP que establece 10000 NPM/100ml, con el tratamiento se demostró que hay una eficiencia en la remoción de los coliformes hasta en un 91.59%. (tabla 13; figura 12).

Tabla 13: Propuesta con resultados de *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* (T3 = 20 días)

Parámetros de ensayo	Unidades	pre test	post test	LMP
----------------------	----------	----------	-----------	-----

Aceites y grasas	mg/l	46.6	2.3	20
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	145	19.3	100
Demanda química de oxígeno	mg/l	205	49.6	200
Sólidos totales suspendidos	mg/l	111	24	150
Coliformes fecales	NMP/100ml	120000	10090	10000

Fuente: Informe de laboratorio acreditado por INACA, IE-22-055/078

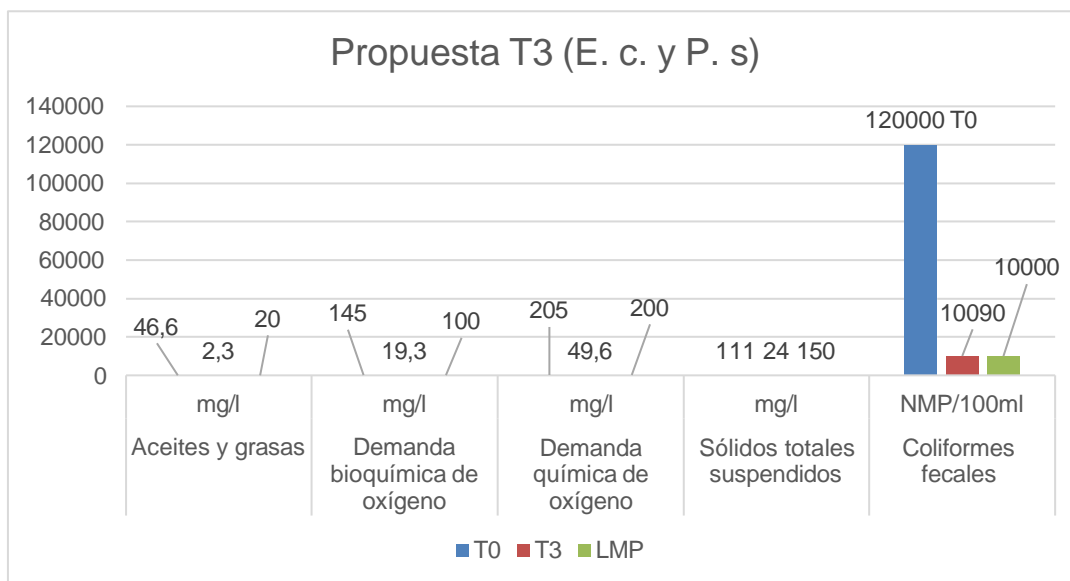


Figura 12: Tratamiento T3 con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* - IE-22-078

Interpretación:

Como se plantea en la propuesta para mejorar las condiciones ambientales iniciales de las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada de la ciudad de Yurimaguas, el uso y empleo de ambas especies de macrófitas como la *Eichhornia crassipes* y la *Pistia stratiotes* (uso mixto) intervienen de manera directa en la disminución considerable de los elementos contaminantes presentes en el vertimiento, los cuales terminan de manera incontrolada en los cuerpos receptores contaminándolos, deteriorando el aspecto ambiental de la comunidad y por ende poniendo en riesgo la salud de los pobladores, lo que significa que el uso en proporciones iguales de estas plantas acuáticas mejora el rendimiento y aumenta la remoción de las sustancias contaminantes en las aguas residuales.

4.4. Determinar la eficiencia de fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada.

Los diferentes tratamientos como T1 con *Eichhornia crassipes*, T2 con *Pistia stratiotes* y T3 con ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), donde el primer tratamiento (T1) tiene un eficiencia de remoción de los aceites y grasas en 10 días de tratamiento de 31.97%, el T2 con *Pistia stratiotes* una eficiencia de remoción de 58.58% y el T3 utilizando ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) con una eficiencia de remoción para aceites y grasas con 98.85%, todas estas evaluaciones se realizaron en 10 días de tratamiento, para lo cual se empleó la fórmula siguiente:

$$\%_{Remocion} = \left(\frac{Concentracion\ Inicial - Concentracion\ Final}{Concentracion\ Inicial} \right) \times 100$$

Tabla 14: Eficiencia de remoción de aceites y grasas en 10 días, T1, T2 y T3

% remoción de aceites y grasas en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
31.97%	52.58%	94.85%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas.

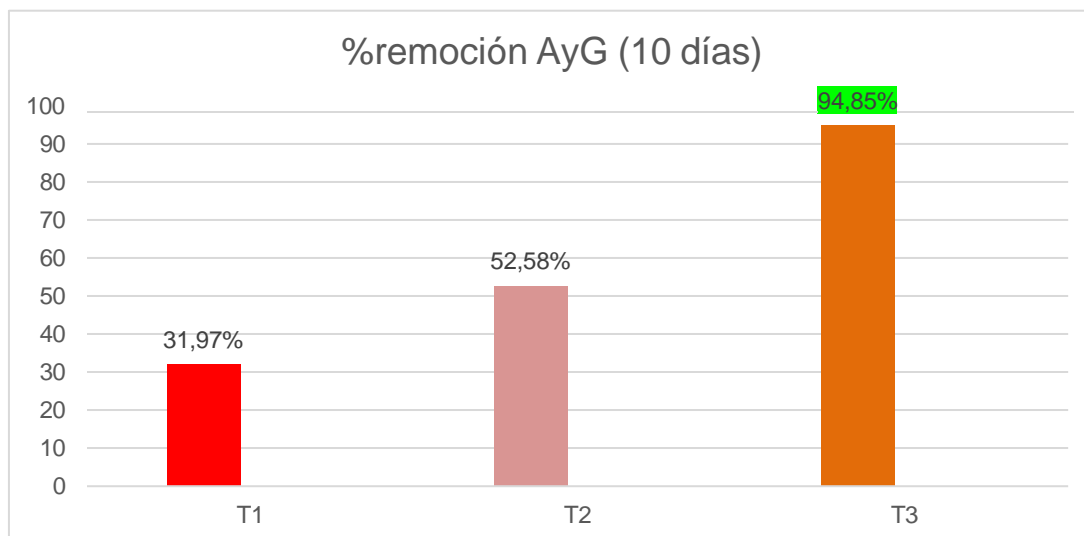


Figura 13: Resultados de la eficiencia de remoción de aceites y grasas en tres tratamientos durante 10 días.

Interpretación:

En la tabla 14 y figura 13 se evidencian mayor capacidad y eficiencia de remoción del T3, donde se emplearon ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), para los aceites y grasas en aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada, se obtuvo una eficiencia de remoción del 94.85%, seguido por el T2 empleando *Pistia stratiotes* se logró una eficiencia en la remoción del contaminante hasta en un 58.58% y posteriormente con el T1 utilizando la macrófita *Eichhornia crassipes* se logró una eficiencia de remoción de aceites y grasas del 31.97%, lo que significa que empleando de manera conjunta ambas plantas macrófitas la capacidad de fitorremediación es más óptima.

Tabla 15: Eficiencia de remoción de DBO 10 días, T1. T2 y T3

% remoción de DBO en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
65.52%	68%	86.9%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas.

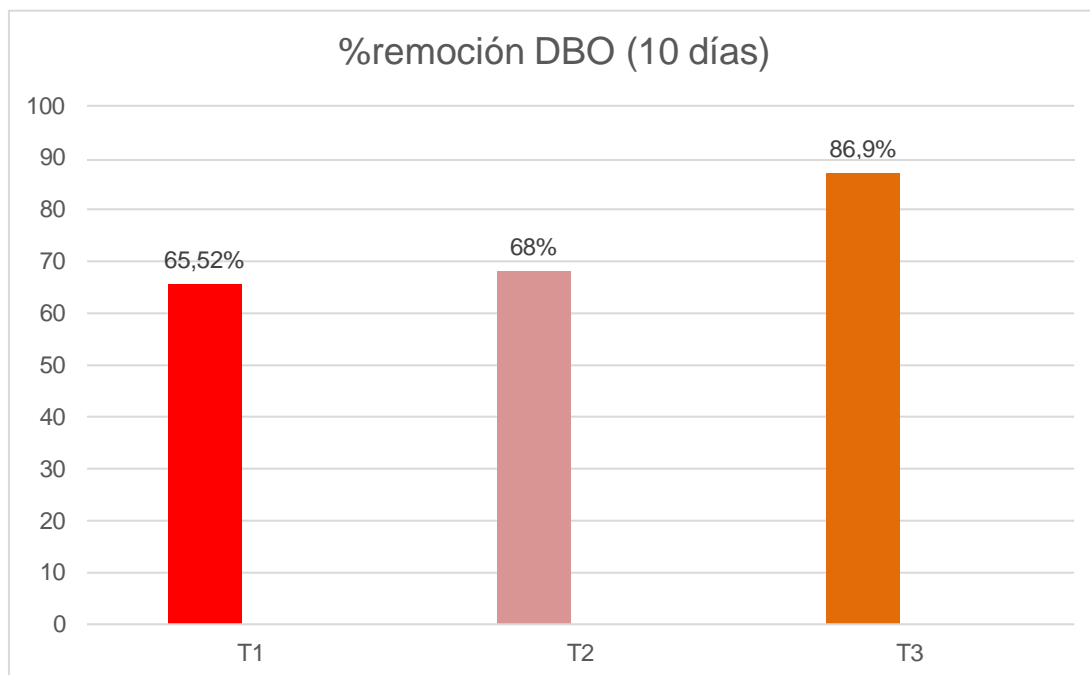


Figura 14: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

En la tabla 15 y figura 14 se comprueba mayor eficiencia de remoción del T3, se emplearon ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), en el caso de la DBO presentes en aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada, se logró una eficiencia de remoción del 86.9%, seguido por el T2 empleando *Pistia stratiotes* se consiguió una eficiencia en la remoción del contaminante hasta en un 68% y con el T1 empleando *Eichhornia crassipes* se logró una eficiencia de eliminación de DBO del 65.52%, como se observa los tratamientos T1, T2 Y T3 son eficientes para remover contaminantes en las aguas residuales, pero el T3 sigue siendo el más eficiente.

Tabla 16: Eficiencia de remoción de DQO 10 días, T1. T2 y T3

% remoción de DQO en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
65.52%	68%	86.9%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas.

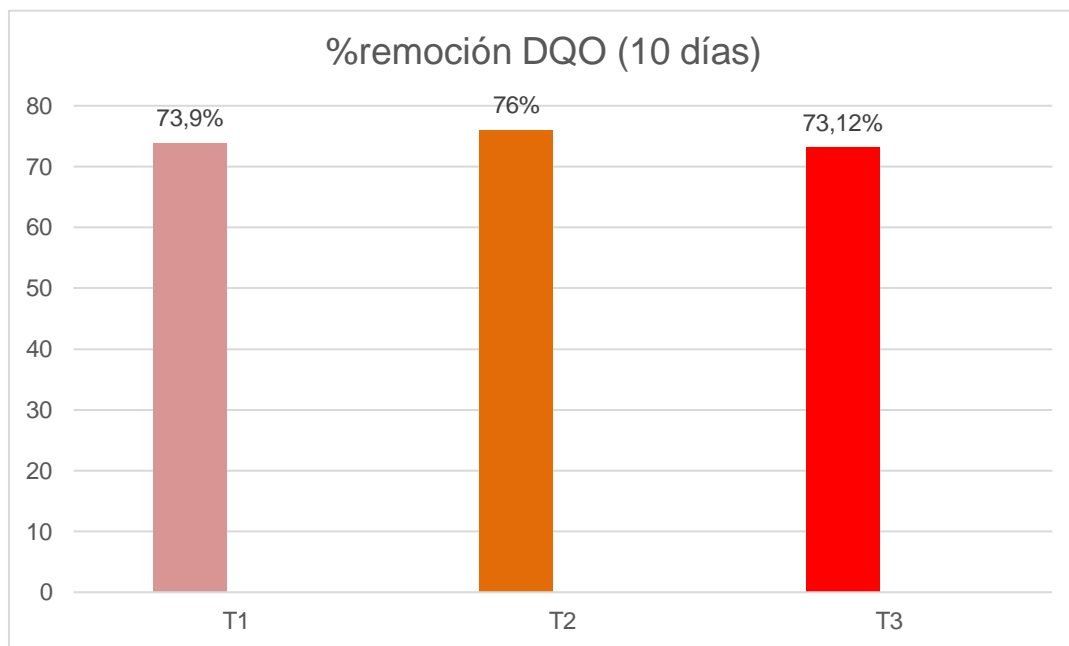


Figura 15: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

En esta tabla se muestra los resultados de mayor eficiencia en la remoción de contaminantes en el T2, donde se utilizó *Pistia stratiotes*, logrando remover la DQO de las aguas residuales del vertimiento del Atun quebrada en 76%, seguido por el T1 con *Eichhornia crassipes* con una eficiencia de eliminación del 73.9% y posteriormente al T3 utilizando ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), se obtuvo una eficiencia de remoción de DQO de 73.12%, como se observa los tratamientos T1, T2 Y T3 son eficientes para remover contaminantes en las aguas residuales, pero el T3 sigue siendo el más eficiente.

Tabla 17: Eficiencia de remoción de STS 10 días, T1. T2 y T3

% remoción de STS en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
27.57%	45.23%	75.77%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas.

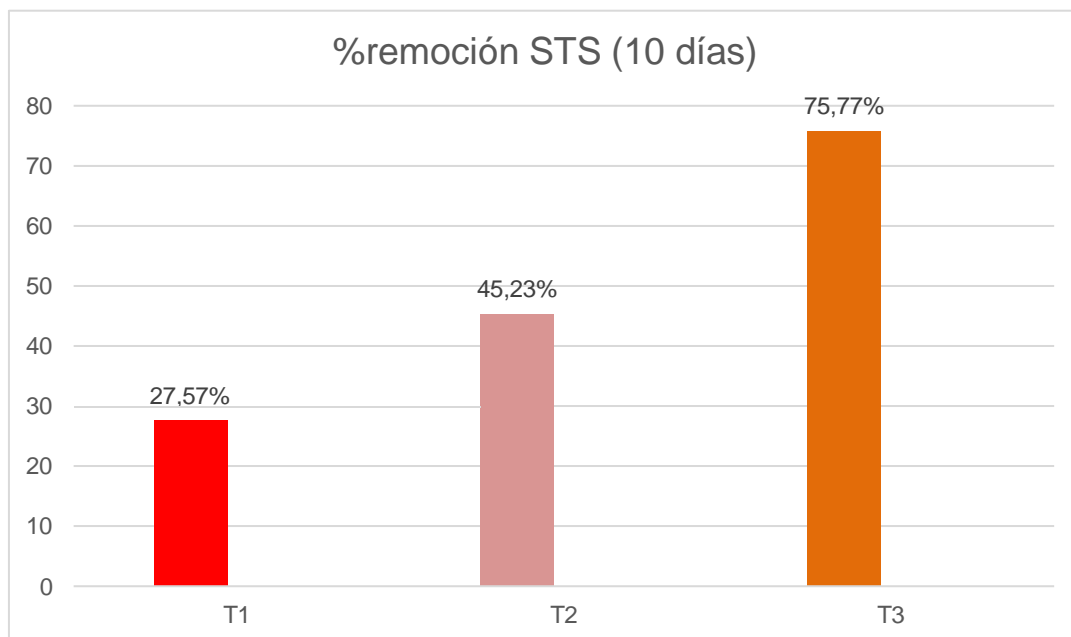


Figura 16: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

Los resultados de mayor eficiencia en la remoción del contaminantes en 10 días de tratamiento para Sólidos Totales Suspendidos se evidencia en el T3, donde se utilizaron ambas especies de macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), logrando una remoción de eliminación del contaminante en un 75.77%, en segundo lugar se evidencia una eficiencia de remoción en el T2, donde se utilizó *Pistia stratiotes*, llegando a remover los STS de las aguas residuales del vertimiento del Atun quebrada en 45.23%, y en tercer lugar el T1 con *Eichhornia crassipes* con una eficiencia menor de eliminación del contaminante con 27.57%, lo que significa que se tiene mayor eficiencia de remoción el T3.

Tabla 18: Eficiencia de remoción de pH 10 días, T1. T2 y T3

% remoción de pH en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
6.83%	45.23%	75.77%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas.

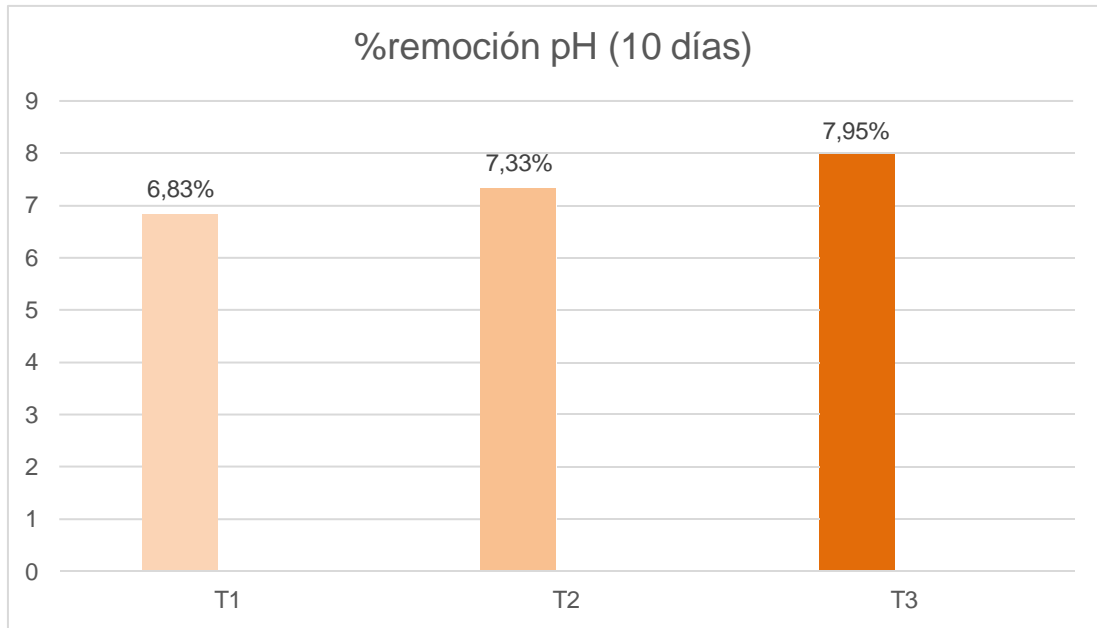


Figura 17: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

En la tabla 18 y figura 17 se puede observar que la mejor eficiencia de remoción del pH en 10 días de tratamiento se da en el T3, donde se utilizaron las dos especies macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), donde la remoción alcanzó un 7.95%, en segundo lugar en el T2 utilizando *Pistia stratiotes*, se alcanza una eficiencia del 7.33%, y en tercer lugar el T1 con *Eichhornia crassipes* con una eficiencia de remoción del 6.83%, todos los tratamientos se encuentran dentro el rango establecido en la normativa nacional.

Tabla 19: Eficiencia de remoción de la T° 10 días, T1. T2 y T3

% remoción de T° en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
11.98%	10.64%	4.17%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

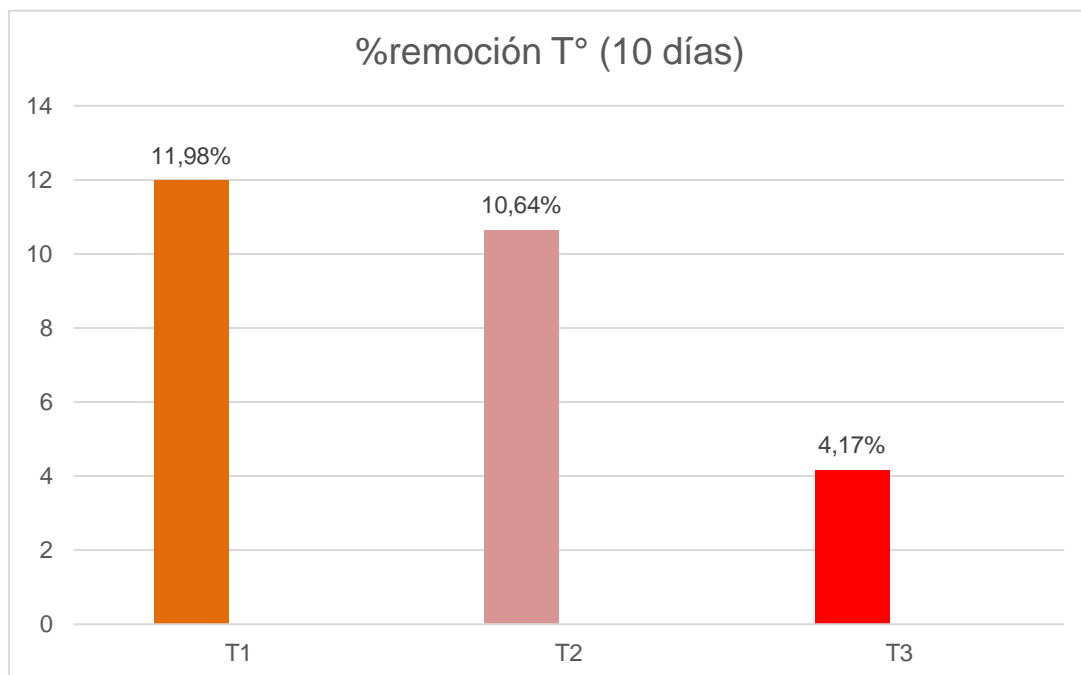


Figura 18: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

En la tabla 19 y figura 18 se muestra la mejor eficiencia de remoción de la T° en 10 días de tratamiento en T1, donde se utilizó la *Eichhornia crassipes*, la eficiencia de remoción para la temperatura alcanzó un 11.98%, en segundo lugar está el T2 con la *Pistia stratiotes* alcanzando una eficiencia del 10.64% de remoción y en tercer lugar el T3, donde se utilizó dos especies macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), logrando una eficiencia de remoción de 4.17%, lo que significa que la especie *Eichhornia crassipes* es mejor fitorremediador para la temperatura con respecto a los otros dos tratamientos.

Tabla 20: Eficiencia de remoción de la CF 10 días, T1, T2 y T3

% remoción de CF en 10 días de tratamiento		
T1	T2	T3
87.19%	87.45%	90.96%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

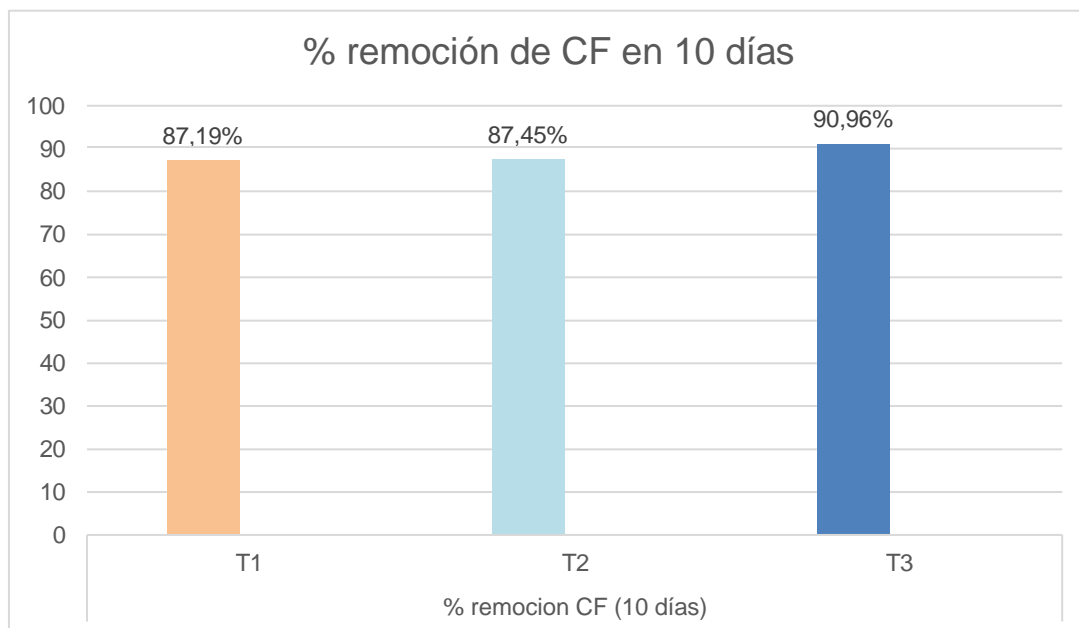


Figura 19: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 10 días

Interpretación:

En la tabla 20 y figura 19 se observa una mejor eficiencia de remoción de los coliformes fecales en 10 días de tratamiento en T1, donde se utilizó la *Eichhornia crassipes*, la eficiencia de remoción para coliformes logró un 87.19%, luego el T2 con la *Pistia stratiotes* consiguió una eficiencia de remoción del 87.45.45% y el T3, donde se utilizó dos especies macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), alcanzó una eficiencia alta de remoción de contaminantes con 90.96%, lo manifiesta que el tratamiento con las dos especies de macrófitas es más eficiente para tratar los parámetros microbiológicos.

Tabla 21: Eficiencia de remoción de aceites y grasas 15 días, T1, T2 y T3

% remoción de AyG en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
54.72%	60.73%	95.71%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

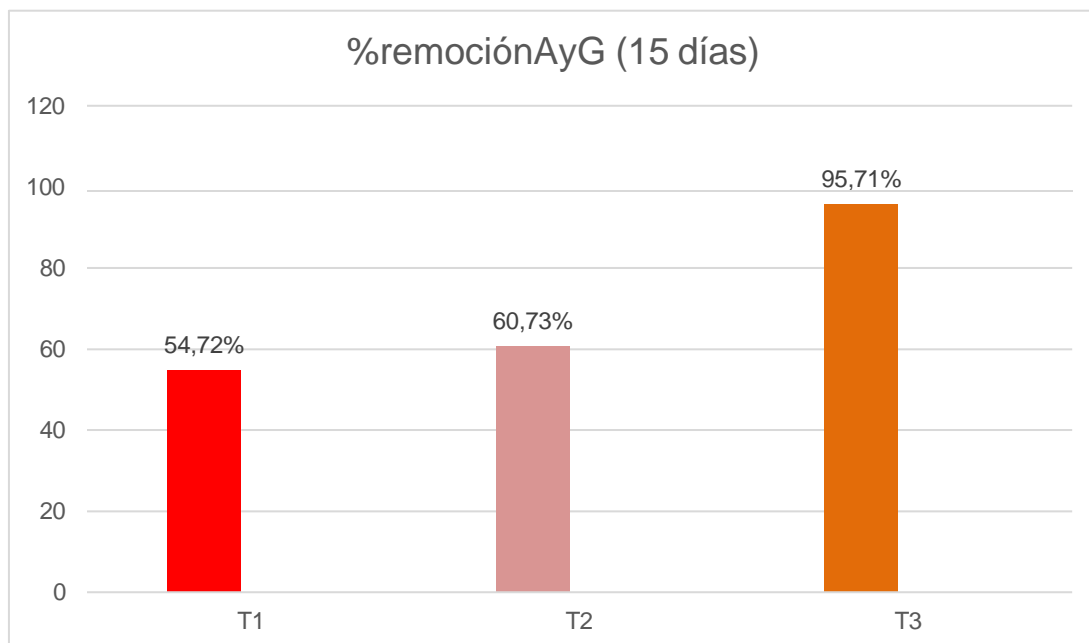


Figura 20: Resultados de la eficiencia de remoción de AyG en tres tratamientos durante 15 días

Interpretación:

La tabla 21 y figura 20 muestra los diferentes tratamientos realizados durante 15 días que duró la experimentación con respecto al parámetro acetos y grasas, se evidencia que el tratamiento más eficiente corresponde al T3 en los cuales se emplearon 5 plantas de *Eichhornia crassipes* y 5 plantas de *Pistia stratiotes*, los que mostraron una eficiencia de remoción del 95.71% de AyG, seguido por el T2 con un 52.57% de porcentaje de eficiencia con *Pistia stratiotes* y en tercer lugar con 31.97% de remoción empleando *Eichhornia crassipes* que corresponde al T1, demostrando finalmente que las plantas macrófitas si depuran las aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada en Yurimaguas.

Tabla 22: Eficiencia de remoción de demanda bioquímica de oxígeno 15 días, T1. T2 y T3

% remoción de DBO en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
72.21%	73.79%	94.41%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos

utilizando plantas macrófitas

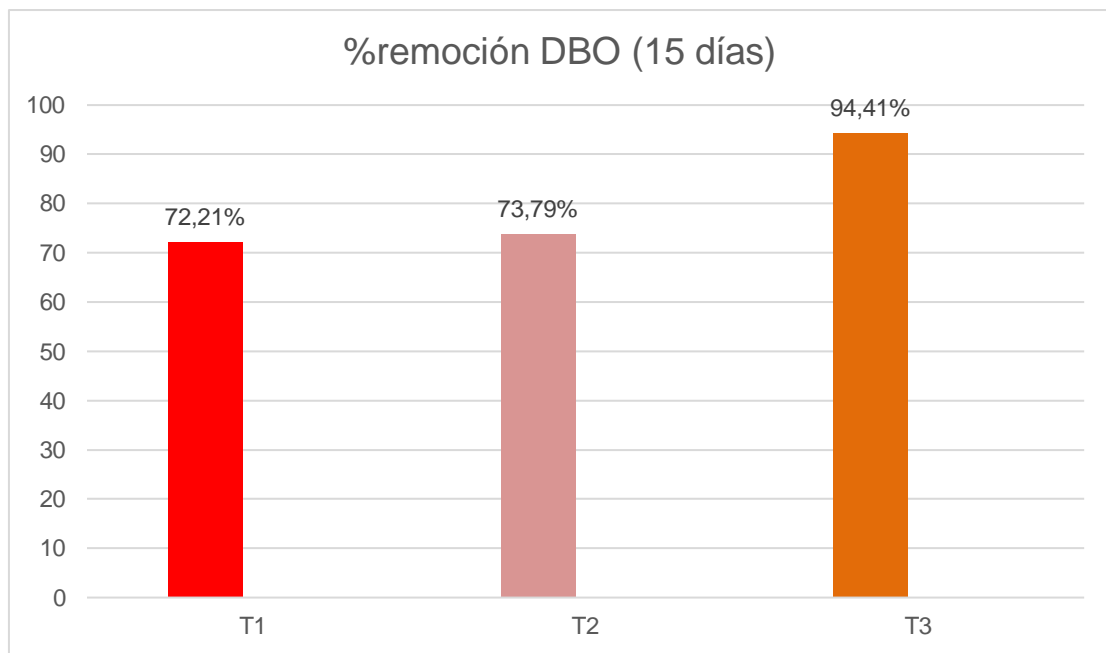


Figura 21: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 15 días.

Interpretación:

Esta tabla 22 y figura 21 muestran los resultados de los tratamientos en 15 días de experimentación para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno, donde el tratamiento que obtuvo mayor eficiencia corresponde a T3, para la cual se emplearon ambas plantas macrófitas (5 *Eichhornia crassipes* y 5 *Pistia stratiotes*), alcanzando una eficiencia de remoción de 94.41% de DBO, seguido por 73.79% de eficiencia de eliminación del contaminante con *Pistia stratiotes* en T2 y con 72.21% de remoción con *Eichhornia crassipes* en el T1. Evidenciando que usando las dos macrófitas juntas se obtiene mejor eficiencia en la remoción de la DBO.

Tabla 23: Eficiencia de remoción de demanda química de oxígeno 15 días, T1, T2 y T3

% remoción de DQO en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
76.73%	80.05%	80.79%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

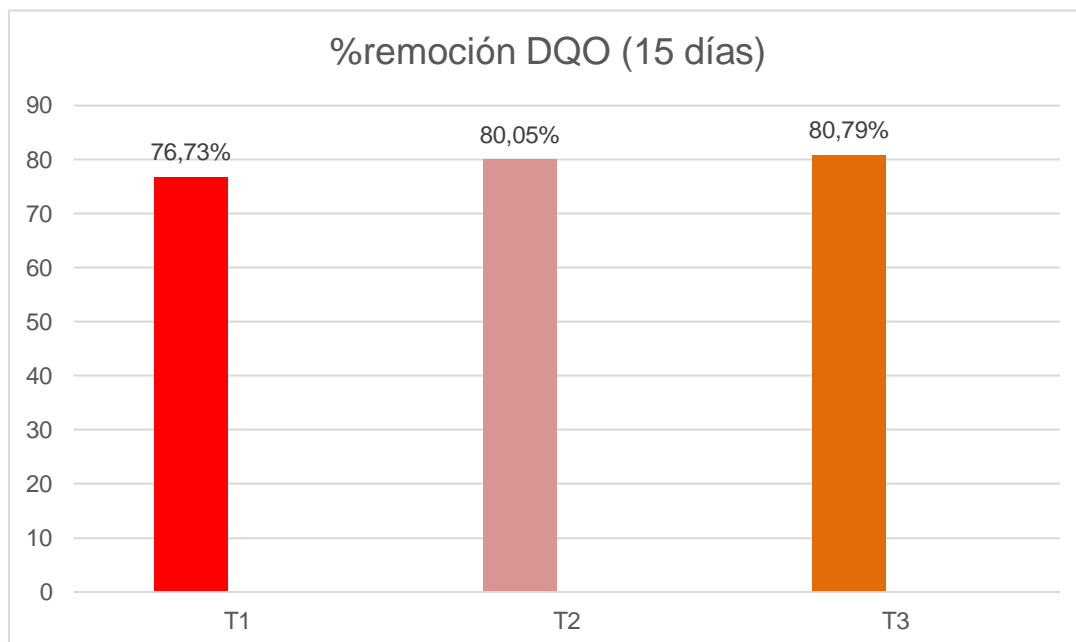


Figura 22: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en tres tratamientos durante 15 días.

Interpretación:

En la tabla 23 y figura 22 se presentan resultados de los diferentes tratamientos aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada para el parámetro demanda química de oxígeno en 15 días de experimentación, donde el tratamiento T3 resulta el más eficiente con 80.79% de remoción de la DQO, para ellos se emplearon ambas macrófitas, seguido por el T2 con 80.05% de eficiencia de eliminación del contaminante con *Pistia stratiotes* y el T1 con 76.73% de eficiencia de remoción de contaminantes usando el *Eichhornia crassipes*, se evidencia que las aguas residuales tienen mayor depuración cuando se juntan las dos macrófitas en el tratamiento.

Tabla 24: Eficiencia de remoción de sólidos Totales suspendidos 15 días, T1, T2 y T3

% remoción de STS en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
48.83%	57.57%	75.77%

Eichhornia. crassipes *Pistia.stratiotes* *E.crassipes* y *P.stratiotes*

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

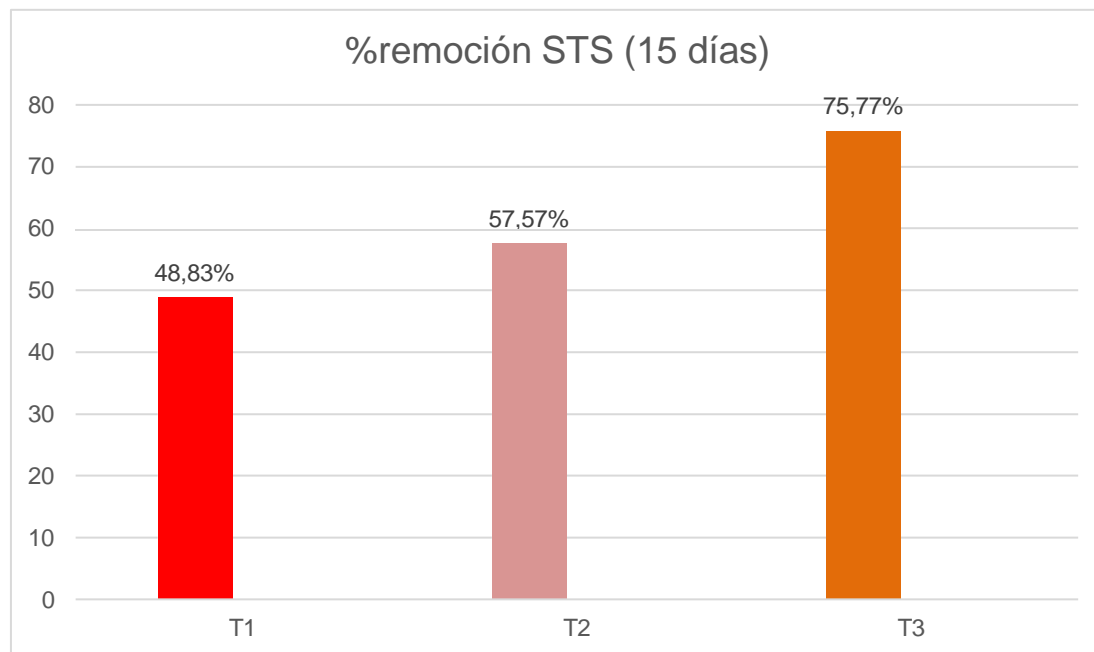


Figura 23: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 15 días.

Interpretación:

Presentamos los resultados en 15 días de tratamiento realizado a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada para el parámetro sólidos totales suspendidos, donde el tratamiento T3 empleando 5 plantas de *Eichhornia crassipes* y *Pistia startiotes* es el de mayor eficiencia, presenta una remoción de 75.77% de STS, seguido por el T2 con *Pistia startiotes* con 57.57% de eficiencia y el T1 utilizando *Eichhornia crassipes* con una eficiencia de remoción del 48.83%, lo que significa que empleando de forma conjunta ambas plantas macrófitas se obtienen mejores resultados para remover estos contaminantes en el ARD de Atun quebrada.

Tabla 25: Eficiencia de remoción de potencial de hidrógeno 15 días, T1. T2 y T3

% remoción de pH en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3

8.07%
8.07%
9.32%
Eichhornia. crassipes
Pistia.stratiotes
E.crassipes y P.stratiotes

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

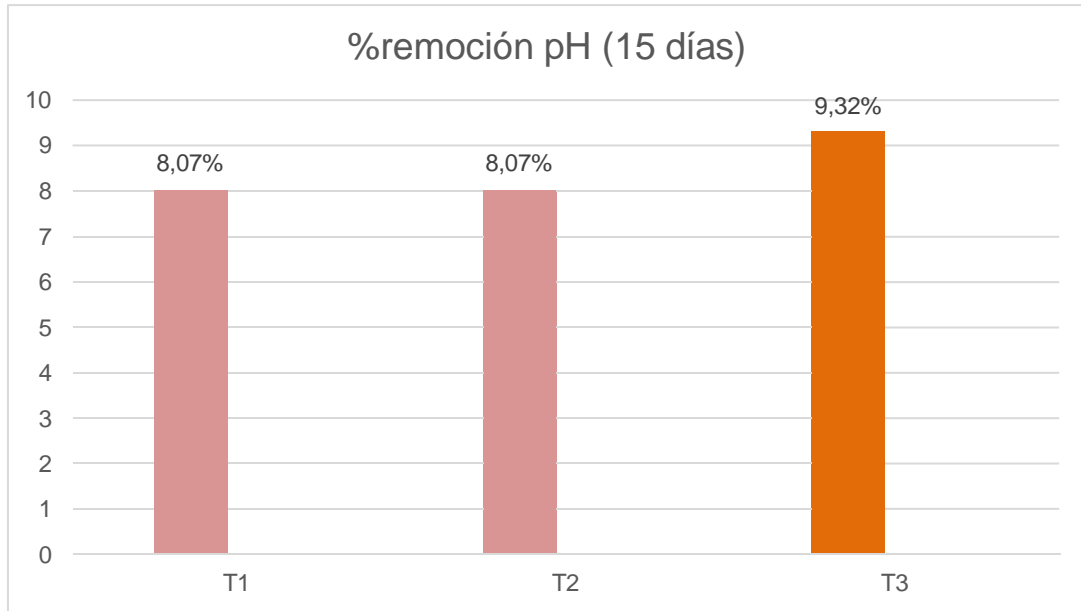


Figura 24: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos durante 15 días.

Interpretación:

En la tabla 25 y figura 24 se evidencia los resultados de en 15 días de experimentación aplicados a las aguas residuales domésticas concerniente al potencial de hidrógeno, donde se obtienen eficiencias altas de remoción en el T3 donde se emplean ambas plantas macrófitas con un 9.32%, luego se tiene a los tratamientos T1 y T2 con la misma eficiencia de 8.07%, lo que refiere que el tratamiento con ambas macrófitas es más eficiente para el tratamiento.

Tabla 26: Eficiencia de remoción de la temperatura 15 días, T1. T2 y T3

% remoción de T° en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
12.5%	11.98%	9.9%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes y P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

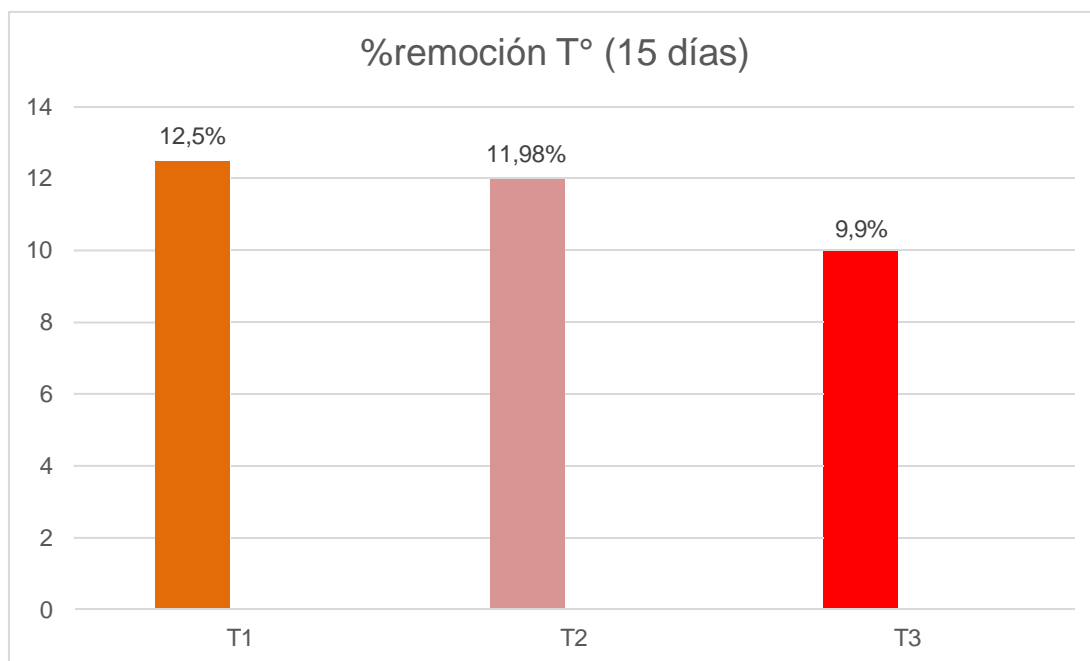


Figura 25: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 15 días.

Interpretación:

Los resultados presentados corresponden a 15 días de tratamiento aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada en la ciudad de Yurimaguas, referente al parámetro temperatura se evidencia que el T1 con *Eichhornia crassipes* es más eficiente con un 12.50%, seguidamente el T2 con *Pistia stratiotes* con 11.98% de eficiencia y el T3 con ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) con una eficiencia de 9.9%, lo que significa que la *Eichhornia crassipes* es mejor fitorremediador para este parámetro.

Tabla 27: Eficiencia de remoción de la temperatura 15 días, T1. T2 y T3

% remoción de CF en 15 días de tratamiento		
T1	T2	T3
90.83%	91.56%	92.8%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

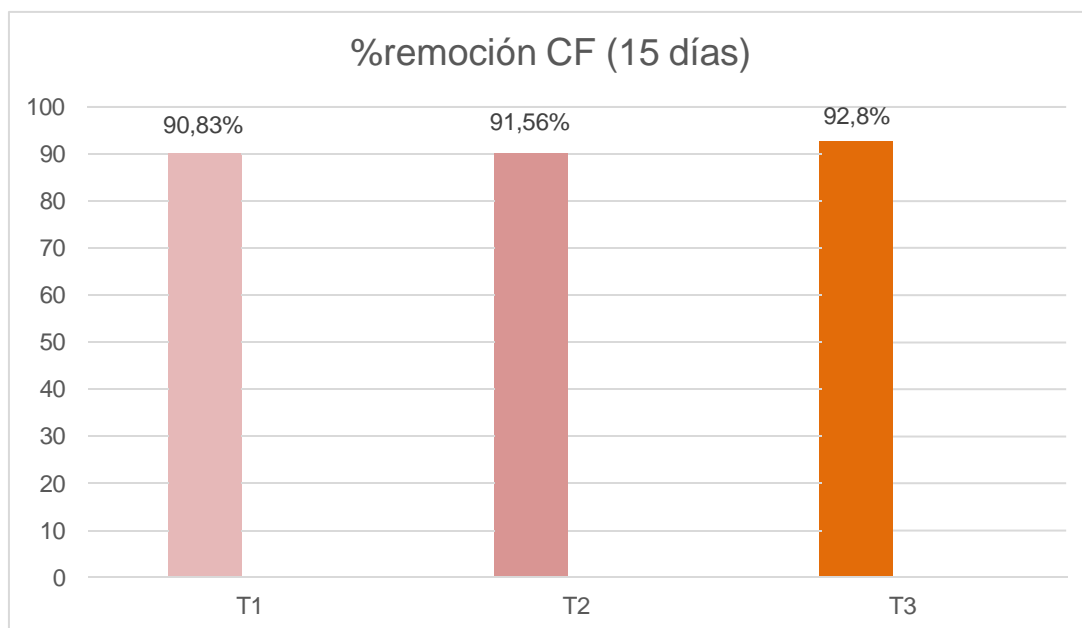


Figura 26: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 15 días

Interpretación:

Los resultados presentados pertenecen a 15 días de tratamiento aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada - Yurimaguas, donde para el parámetro coliformes fecales se evidencia que en T3 usando ambas macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) tiene mayor capacidad de remoción de los coliformes con una eficiencia de 92.8%, en segundo lugar el T2 con *Pistia stratiotes* con 11.98% de eficiencia y con *Eichhornia crassipes* la eficiente de remoción es de 91.56%, lo que significa que usando ambas macrófitas se logra mejores rendimientos.

Tabla 28: Eficiencia de remoción de aceites y grasas en 20 días, T1. T2 y T3
% remoción de AyG en 20 días de tratamiento

T1	T2	T3
39.91%	53.43%	95.06%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

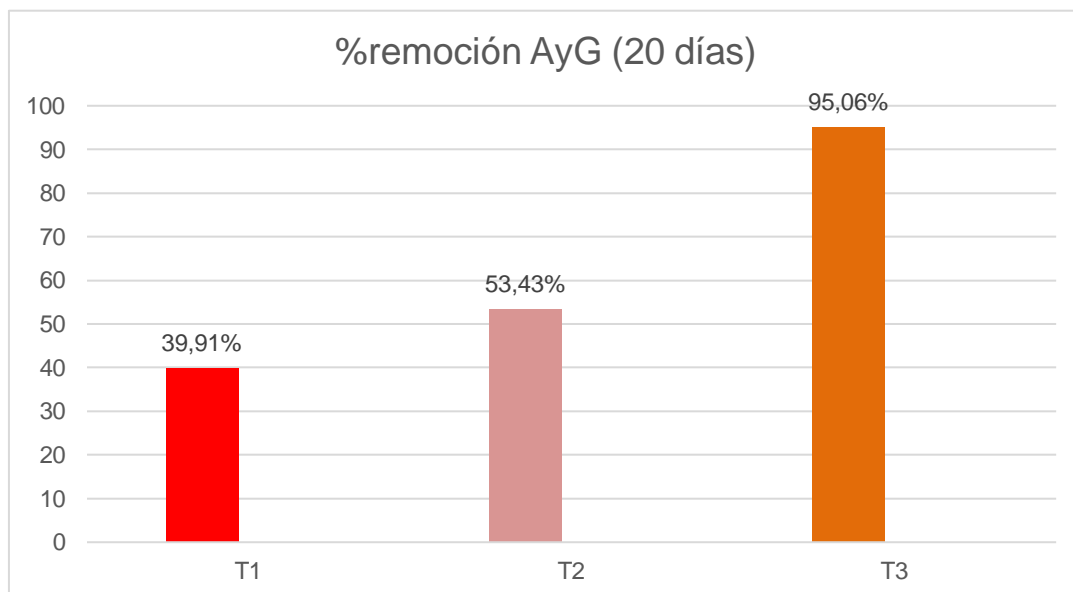


Figura 27: Resultados de la eficiencia de remoción de AyG en tres tratamientos durante 20 días

Interpretación:

La tabla 28 y figura 27, muestran resultados a 20 días de tratamiento aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada - Yurimaguas, para el parámetro aceites y grasas donde se evidencia que el T3 usando dos macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) tiene mejor capacidad de remoción de estos contaminantes, llegando a una eficiencia de 95.06%, en segundo lugar el T2 empleando *Pistia stratiotes* con 53.43% de eficiencia y respecto al T1 con *Eichhornia crassipes* se logra una eficiencia de remoción de solo 39.91%, lo que significa que al juntar ambas macrófitas para el tratamiento se alcanza resultados mayores.

Tabla 29: Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno en 20 días, T1, T2 y T3

% remoción de DBO en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
67.24%	69.03%	86.69%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

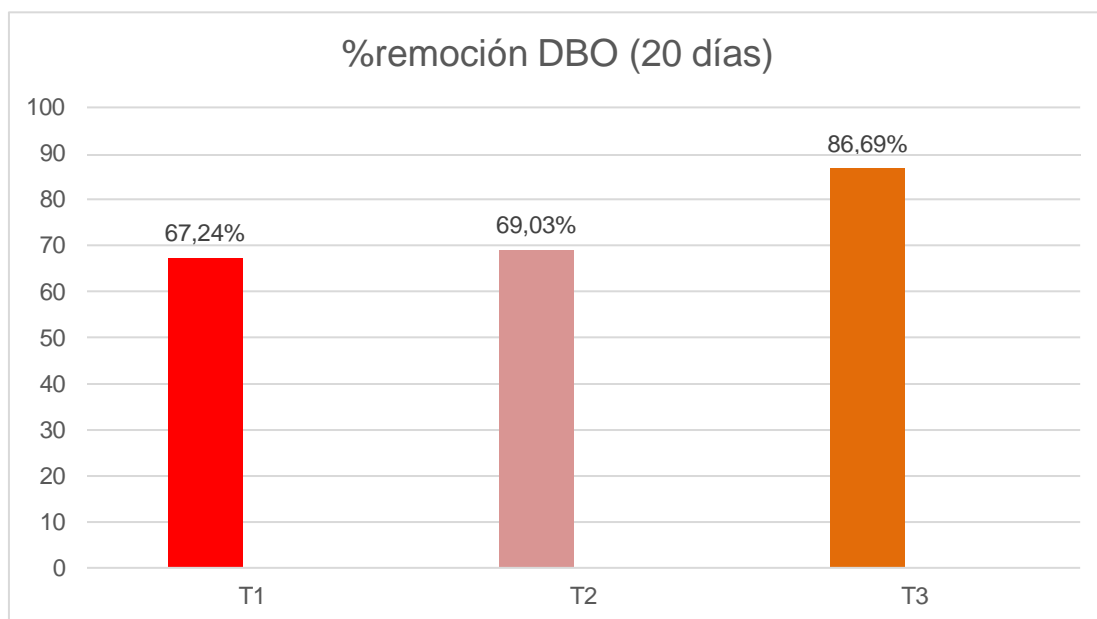


Figura 28: Resultados de la eficiencia de remoción de DBO en tres tratamientos durante 20 días

Interpretación:

Los resultados muestran tratamientos a 20 días aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada - Yurimaguas, para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno, donde se evidencia que el T3 conformados por dos macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) tiene mayor capacidad de remoción de contaminantes, alcanzando una eficiencia de 86.69%, en segundo lugar se encuentra T2 con la macrófita *Pistia stratiotes* con 69.03% de eficiencia de remoción y respecto al T1 con *Eichhornia crassipes* se logra una eficiencia de remoción de 67.24%, lo que significa que al considerar ambas macrófitas para el tratamiento a escala piloto de las ARD se alcanza mejores resultados.

Tabla 30: Eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno en 20 días, T1, T2 y T3

% remoción de DQO en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
74.15%	76.1%	75.8%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

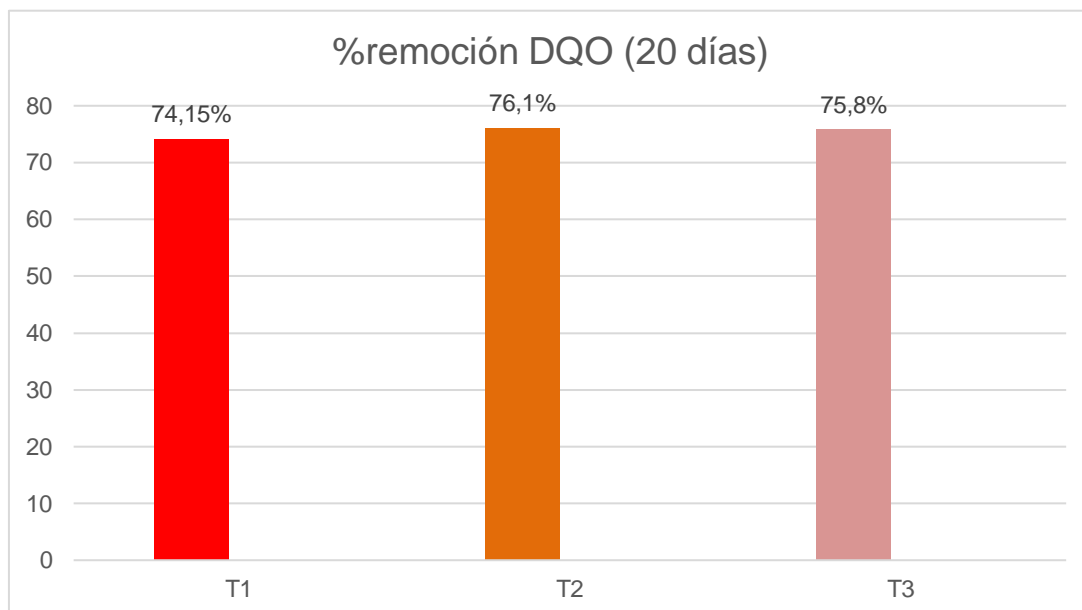


Figura 29: Resultados de la eficiencia de remoción de DQO en tres tratamientos durante 20 días

Interpretación:

Los resultados muestran tratamientos a 20 días aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada, para el parámetro demanda química de oxígeno, donde se evidencia que el T2 conformados por *Pistia estratiotes* tiene mayor eficiencia de eliminación de contaminantes, llegando a una eficiencia de 76.1%, en segundo lugar se encuentra T3 con dos macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*), donde se alcanzó una eficiencia de 75.8% para la DQO y el T1 con *Eichhornia crassipes* alcanza una eficiencia de remoción de 74.15%, lo que significa que para eliminar la DQO de los vertimientos del Atun quebrada, la *Pistia stratiotes* es mucho más eficiente.

Tabla 31: Eficiencia de remoción de los sólidos totales suspendidos en 20 días, T1. T2 y T3

% remoción de STS en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
46.67%	51.26%	78.38%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

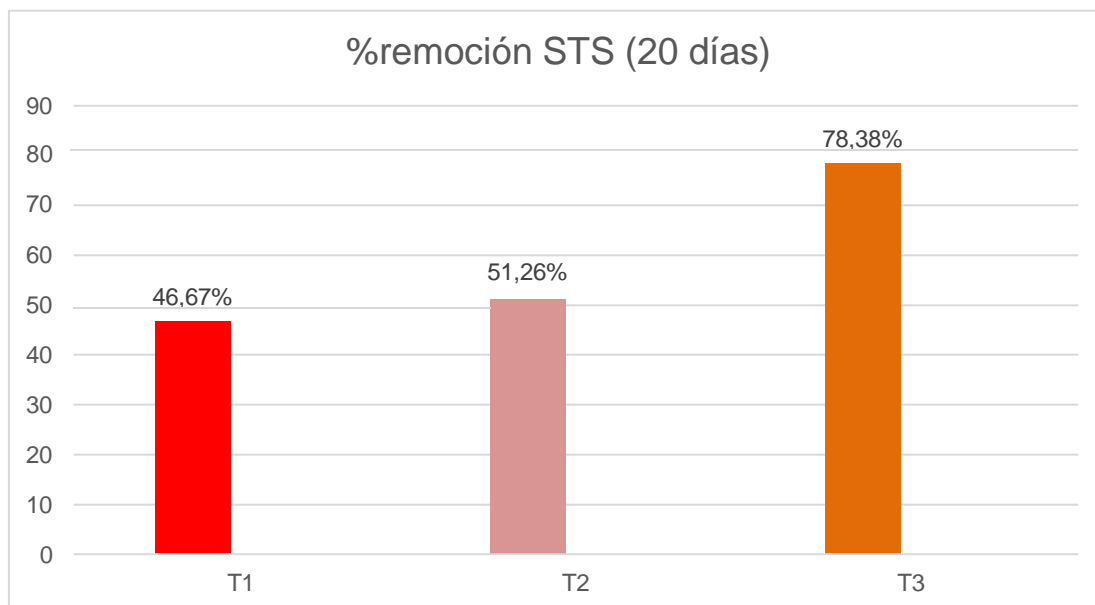


Figura 30: Resultados de la eficiencia de remoción de STS en tres tratamientos durante 20 días

Interpretación:

La tabla 31 y figura 30 muestra los resultados en 20 días de tratamiento aplicados a las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada, para el parámetro sólidos totales suspendidos, donde se evidencia que el T3 conformado por las dos macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) tienen mayor eficiencia en eliminar contaminantes, llegando a una capacidad de 78.38%, seguido por el T2 con *Pistia stratiotes*, donde se logró una eficiencia de 51.26% para STS y el T1 con *Eichhornia crassipes* llega a una eficiencia de remoción de 46.67%, lo que significa que para eliminar la DQO de los vertimientos del Atun quebrada, ambas macrófitas juntas tienen buena capacidad fitorremediadora.

Tabla 32: Eficiencia de remoción del potencial de hidrógeno en 20 días, T1, T2 y T3

% remoción de pH en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
8.7%	8.57%	8.7%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

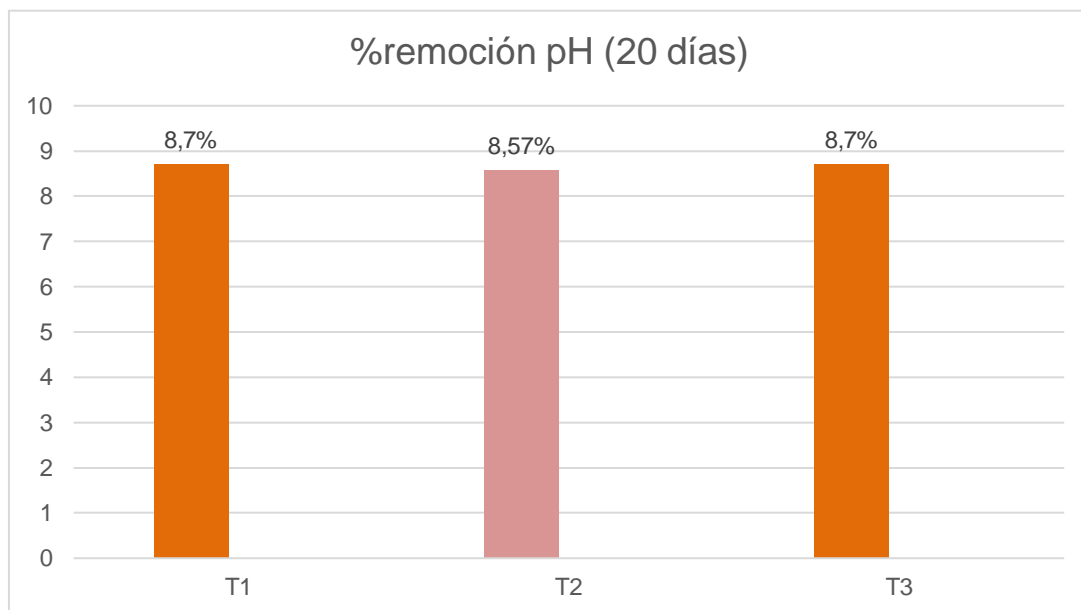


Figura 31: Resultados de la eficiencia de remoción de pH en tres tratamientos durante 20 días.

Interpretación:

La tabla 32 y figura 31 presentan los resultados de 20 días de experimentación aplicados a aguas residuales domésticas, para el parámetro potencial de hidrógeno, donde se evidencia que el T1 conformado por *Eichhornia crassipes* y el T3 constituida por dos macrófitas (*Eichhornia* y *Pistia*) tienen los mejores rendimientos y eficiencia de reducir contaminantes, llegando ambos tratamientos a una capacidad de 8.7%, seguido por el T2 con *Pistia stratiotes*, donde se logra una eficiencia de 8.57% para pH, implica que para mejorar las condiciones de pH en aguas residuales son tan eficientes el T1 y T3, que logran mayor eficiencia de remoción de cargas contaminantes.

Tabla 33: Eficiencia de remoción de la temperatura en 20 días, T1. T2 y T3

% remoción de T° en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
10.94%	12.5%	11.98%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

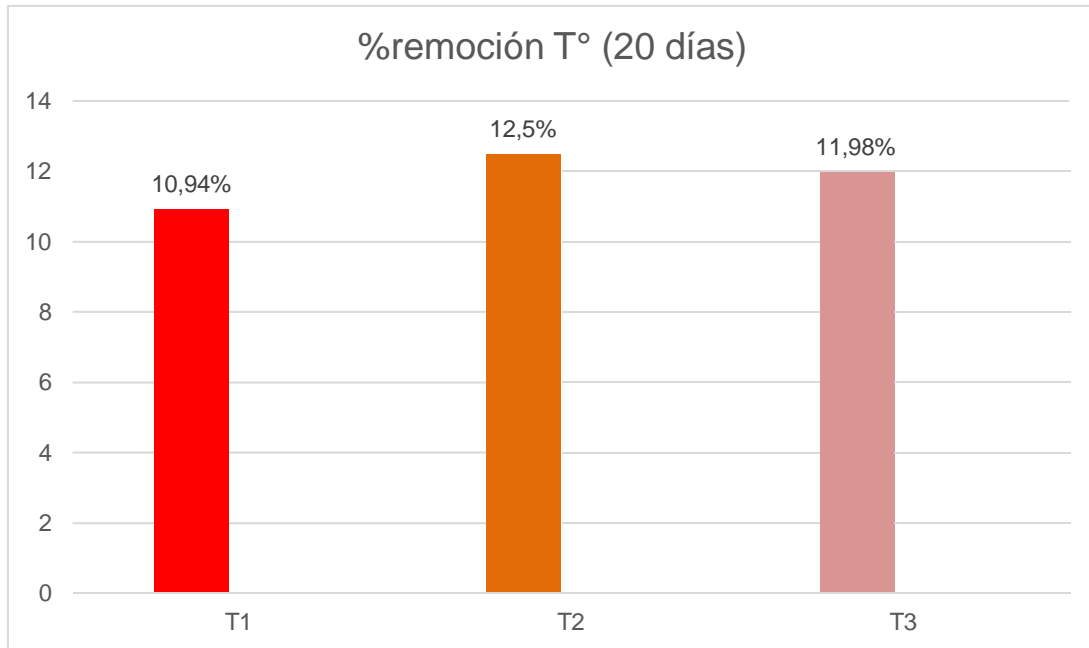


Figura 32: Resultados de la eficiencia de remoción de T° en tres tratamientos durante 20 días.

Interpretación:

La tabla 33 y figura 32 evidencian los resultados en 20 días de tratamiento realizado a las aguas residuales domésticas concerniente al parámetro temperatura, donde se puede notar que el T2 con *Pistia stratiotes* es más eficiente, llegando a 12.94%, seguido del T3 donde se emplearon ambas macrófitas (5 *Eichhornias* y 5 *Pistias*) con un porcentaje de eficiencia del 11.98% y en tercer lugar el tratamiento T1 con *Eichhornia crassipes* con una eficiencia de remoción del 10.94% respectivamente.

Tabla 34: Eficiencia de remoción de los coliformes fecales en 20 días, T1, T2 y T3

% remoción de CF en 20 días de tratamiento		
T1	T2	T3
87.86%	88.92%	91.59%
<i>Eichhornia. crassipes</i>	<i>Pistia.stratiotes</i>	<i>E.crassipes</i> y <i>P.stratiotes</i>

Fuente: Fitorremediación fisicoquímica y microbiológica en tres tratamientos utilizando plantas macrófitas

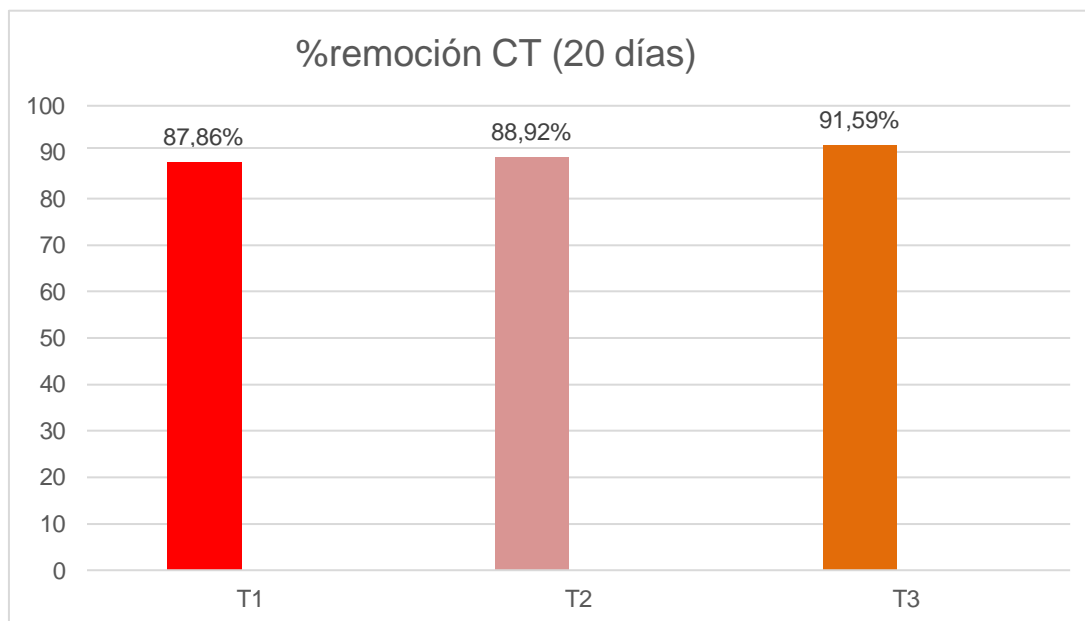


Figura 33: Resultados de la eficiencia de remoción de CF en tres tratamientos durante 20 días.

Interpretación:

La tabla 34 y figura 33 representa los 20 días de tratamiento realizado a las ARD de Atun quebrada, referente a los coliformes fecales, se pueden observar que el T3 donde se utilizan las dos macrófitas se más eficiente en la remoción de los coliformes termotolerantes hasta en un 91.59%, en segundo lugar, tenemos al T2 que utilizó *Pistia stratiotes* con una eficiencia de remoción de CF del 88.92% y el T1 que empleó *Eichhornia crassipes* con un 87.86% de eficiencia de remoción de contaminantes.

V. DISCUSIÓN

El proyecto tuvo como finalidad demostrar cuál de los tres tratamientos empleados para la fitorremediación de aguas residuales domésticas del vertimiento del Atun quebrada mediante el uso de plantas macrófitas como la *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* es la más eficiente para remover o minimizar la concentración de contaminantes en aguas residuales, se logró un ($p < .050$) cuya eficiencia significativa respecto a los LMP, el mismo que guarda relación con el estudio de Andrade et al. (2020) quienes lograron una

eliminación efectiva de contaminantes; no obstante, las plantas expuestas a concentraciones de hasta 10 mg Cr(VI) L⁻¹ alcanzaron un adecuado desarrollo vegetativo, caso contrario los tratamientos con 25 y 50 mg L⁻¹ expusieron daño observable desde el primer día de exposición con ambas plantas y concluyeron que la remoción más significativa se obtuvo con la *Eichhornia* (98% y 97%) en los tratamientos 5 y 10 mgCr(VI)L⁻¹; de igual manera la *Pistia* retiró 80% y 74%. De igual modo, Ramírez-Loreto et al. (2020) quienes concluyeron que la utilización de *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas residuales es eficiente y representa una capacidad de remoción 50.4%, pero el tratamiento *salvinia auriculata* lo es aún más (67.76%). Además, Araque et al. (2020) encontraron resultados de una reducción de la DBO a 1175 mg O₂/L (eficiencia del 6.24%), la DQO tuvo una disminución a 4515 mg O₂/L (10 %), el pH aumentó de 4.9 a 5.1 y el OD al final osciló entre valores < 0.08, permitiendo concluir que el procedimiento de fitorremediación que utiliza *Eichhornia crassipes* para tratar las aguas servidas (residuales) tiene una eficiencia de más del 71%.

Estos resultados no se alejan de los planteado por León et al. (2018) quienes encontraron que las especies en estudio redujeron la carga bacteriana en el nivel máximo, el pH se incrementó a 8.45 y la temperatura descendió de 2 a 3°C; concluyendo así que la especie *Eichhornia crassipes* tiene un potencial de remoción del 99% y la *Pistia stratiotes* del 100%, por lo cual ambas especies son eficientes para emplearlas como tratamientos de fitorremediación en aguas residuales; de esta manera, los resultados guardan mucha similitud por el tratamiento efectuando y la repetición de la medición; además, muchos otros trabajos de fitorremediación en grandes plantas acuáticas han demostrado que los metales se acumulan más en las raíces de las plantas, por ejemplo: *P. stratioides*, *Salvinia herzogii*, *Eichornia crassipes*, etc. (Maine et al. 2001, Lima et al. 2005).

Se utilizaron dos tipos de plantas acuáticas flotantes, *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*. Estas plantas fueron escogidas por sus mecanismos eficientes para llevar a cabo procesos de fitorremediación (Akinbile y Yusoff, 2012; Mumtaz et al., 2014). Se utilizó un diseño experimental de un factor (planta) para 3 niveles, que representan 3 tratamientos con cobertura vegetal y

un control (sin planta) de la siguiente manera: (i) 50% con *Pistia stratiotes* y; (ii) 50% con jacinto de agua (T3); (iii) 100% combinado con 50% de cada planta; (iv) 100% con *Pistia stratiotes* (T2); (v) 100% jacinto de agua (T1); (vi) testigo, sin plantas (T0). Un sistema con 100% de cobertura contiene 10 plantas de la misma especie y 5 plantas con 50% de cobertura.

Se colectaron individuos de *Pistia*. stratioides de lagunas artificiales en fincas ubicadas en el estado Zulia (Venezuela), específicamente a 13 km al oeste de la ciudad de San Francisco, cerca de la carretera a Perijá. Las plantas fueron identificadas y seleccionadas principalmente sobre la base de su similitud en apariencia, tamaño, peso y longitud de la raíz, según lo sugerido por Mufarrege et al. (2010). En ese sentido, la fitorremediación mediante el uso de dos plantas *Eichhornia crassipes* mart. (jacinto de agua), *Pistia stratiotes* L. (lechuga de agua) para el tratamiento de aguas residuales domésticas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Unión Milagreña, estado Joya de los Sachas, provincia de Orellana.

En tanto, es necesario considerar que la fitorremediación es un método de tratamiento biológico que utiliza plantas y sus microorganismos asociados y se afirma que es un sistema eficiente, económico (en términos de costos de operación y mantenimiento) y sostenible (Priyanka et al., 2017). La fitorremediación se puede lograr a través de diferentes procesos como la fitoextracción, la filtración de la rizosfera, la fitoestabilización y la fitotransformación/fitodegradación (Elias et al., 2014). El éxito de la fitorremediación depende principalmente de la actividad fotosintética y la tasa de crecimiento de las plantas (Vangronsveld et al., 2009). Existen varios sistemas que utilizan plantas, algunos flotantes y otros con un medio de soporte como los humedales. El uso de plantas acuáticas en el tratamiento de aguas residuales se ha convertido en un enfoque particular en los últimos años (Mumtaz et al., 2014; Vo et al., 2017). Las plantas acuáticas como *Pistia stratiotes* (lechuga de agua) y *Eichhornia crassipes* (jacinto de agua) se han utilizado para eliminar una variedad de contaminantes de las aguas residuales (Gupta et al., 2012; Rezanian et al., 2014). La alta productividad de algunas plantas flotantes y sus altos requerimientos de nutrientes para nitrógeno (N) y fósforo (P) hacen que estas especies sean adecuadas para reducir los niveles

de estos nutrientes en las aguas residuales (Sánchez, 2011).

VI. CONCLUSIONES

6.1. Las características biológicas iniciales encontradas en el pre test o muestra testigo (T0) de las aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun quebrada de la ciudad de Yurimaguas, se evidencia una elevada concentración de elementos microbiológicos contaminantes, 120000 NMP/100ml específicamente, este parámetro conformado por coliformes fecales sobrepasa lo establecido en el D. S. N° 003-2010-MINAM, que establece 10000 NMP/100 ml de muestra.

6.2. Los parámetros físicos y químicos encontrados pre (T0) en el vertimiento de Atun quebrada estuvieron constituidos por aceites y grasas con concentraciones de 46.6 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno con 145 mg/l, demanda química de oxígeno con 205 mg/l, los sólidos totales suspendidos

con 111 mg/l, potencial de hidrógeno con 8.05 unidades y la temperatura con 19.2°C y post tratamiento (T1, T2 y T3) para AyG se obtuvieron concentraciones en 10 días, de 31.7, 22.1 y 2.4 mg/l, en 15 días 21.1, 18.3 y 2 mg/l y en 20 días 28, 21.7 y 2.3 mg/l, para DBO en 10 días se encontraron concentraciones de 50, 46.4 y 19 mg/l, en 15 días, 40.3, 38 y 11mg/l y en 20 días 47.5, 44.9 y 19.3mg/l, para DQO en 10 días, 53.5, 49.2 y 55.1mg/l, en 15 días 47.7, 40.9 y 39.4 y en 20 días 53, 49 y 49.6mg/l, STS en 10 días, 80.4, 60.8 y 25.9mg/l, en 15 días tenemos 56.8, 47.1 y 18.3mg/l y en 20 días 59.2, 54.1 y 24mg/l, pH en 10 días de tratamiento presenta 7.5, 7.46 y 7.41 unidades de pH, en 15 días 7.4, 7.40 y 7.30 unidades de pH y en 20 días 7.35, 7.36 y 7.35 unidades y para la T° en 10 días 21.5, 21.3 y 20°C, en 15 días 21, 21.5 y 21.1 °C y en 20 días 21.3, 21.6 y 21.5 °C, evidenciando que definitivamente hay una disminución en la concentración respecto al tratamiento inicial (pretest).

6.3. Con los resultados encontrados en los diferentes tratamientos y diferentes días de evaluaciones se acepta la Hipótesis H1: La *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* permite la fitorremediación de los vertimientos de aguas residuales domésticas de Atun Quebrada, ya que dichos tratamientos utilizando macrófitas cumplen la función de fitorremediación en las ARD.

6.4. La eficiencia de fitorremediación de las macrófitas *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* es muy buena, se logró una mayor eficiencia de remoción de los contaminantes presentes en las aguas residuales del vertimiento de Atun quebrada y la eficiencia mayor se obtuvo al combinar cantidades iguales de ambas en el T3, donde se encontraron eficiencia de remoción de hasta 95.71% en aceites y grasas en 15 días de tratamiento o 91.59% de eficiencia en la remoción de los coliformes fecales en 20 días de experimentación.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. A las autoridades municipales, encargados del medio ambiente en la

localidad de Yurimaguas, proponer alternativas económicas y sostenibles ambientalmente como prueba piloto para mejorar las condiciones ambientales de los cuerpos receptores como el Atu quebrada, ya que los resultados obtenidos en esta investigación demuestran la eficiencia de las plantas macrófitas en la minimización de la concentración de contaminantes en las ARD.

7.2. A futuros investigadores hacer uso de otras macrófitas o plantas con capacidad de fitorremediación, a fin de reforzar la capacidad para remover y fitorremediar la contaminación de las fuentes de aguas y de los vertimientos y que puedan ser replicados en próximos estudios para beneficio de la ciencia y mejora del ambiente y calidad de vida de las personas.

7.3. A las autoridades proponer otras alternativas de solución frente al incremento de las aguas residuales domésticas que son vertidas sin ningún tratamiento a los cuerpos receptores, los cuales ponen en riesgo la hidrofauna, deterioran las condiciones de vida de las personas que se encuentran habitando las riberas de los ríos, el cual es una fuente de sustento en esta parte del país.

7.4. Se recomienda a otros investigadores que en estudios futuros se evalúe la eficiencia con una duración mayor a los 6 meses de evaluación, además, considerar los riesgos que tienen la sobrepoblación de estas especies que podrían perjudicar la fauna del ambiente respectivamente.

REFERENCIAS

ABBAS, Z., AROOJ, F., ALI, S., ZAHEER, I.E., RIZWAN, M. y RIAZ, M.A., 2019. Phytoremediation of landfill leachate waste contaminants through floating bed

- technique using water hyacinth and water lettuce. *International Journal of Phytoremediation* [en línea], vol. 21, no. 13, pp. 1356-1367. ISSN 15497879. DOI 10.1080/15226514.2019.1633259. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2019.1633259>.
- ANDRADE, C., CÁCERES, A., VERA, A., ARAUJO, G. y MORALES, E., 2020. Fitoacumulación y translocación de cromo en *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* durante el tratamiento de efluentes contaminados. *Revista técnica de la facultad de ingeniería* [en línea], vol. 43, no. 1, pp. 26-32. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6057/605764200006/605764200006.pdf>.
- ANSARI, A., NAEEM, M., GILL, S. y ALZUAIBR, F., 2020. Phytoremediation of contaminated waters: An eco-friendly technology based on aquatic macrophytes application. *The Egyptian Journal of Aquatic Research* [en línea], vol. 46, no. 4, pp. 371-376. ISSN 1687-4285. DOI 10.1016/J.EJAR.2020.03.002. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428520300303>.
- ARAQUE, I., BRITTO, M., CUELLAR, L. y PERICO, N., 2020. Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá. *Revista de Tecnología* [en línea], vol. 17, no. 1, pp. 37-48. ISSN 1692-1399. DOI 10.18270/RT.V17I1.2950. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/135295>.
- ARIAS, T. *et al.*, (2017). *Uso de Leersia hexandra (Poaceae) en la fitorremediación de suelos contaminados con petróleo fresco e intemperizado*. (artículo científico) SCIELO. México: *Revista de biología tropical*, vol. 65, no 1, ISSN 0034-7744. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00347744201700100021
- ARTEAGA, G. y TOSCANO, J., 2018. Fitorremediación en humedal artificial con *Eichhornia Crassipes* para remoción de materia orgánica en muestras de agua del Canal Albina en Bogotá. *UTADEO* [en línea], pp. 1-30. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/3417>.
- AYALA, R., CALDERÓN, E., RASCÓN, J. y COLLAZOS, R., 2018. Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*,

- Nymphoides humboldtiana y Nasturtium officinale. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable* [en línea], vol. 2, no. 3, pp. 48-53. ISSN 2520-9760. DOI 10.25127/aps.20183.403. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/403>.
- CARREÑO-SAYAGO, U., 2021. Desarrollo de un sistema sostenible de fitorremediación y bioetanol con *E. crassipes*. *Tecnología y ciencias del agua* [en línea], vol. 12, no. 4, pp. 269-292. [Consulta: 4 mayo 2022]. ISSN 2007-2422. DOI 10.24850/J-TYCA-2021-04-06. Disponible en: <http://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1837>.
- CARREÑO-SAYAGO, U. y RODRÍGUEZ-PARRA, C., 2019. Eichhornia crassipes (Mart.) Solms: un sistema integral de fitorremediación y bioenergía. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* [en línea], vol. 25, no. 3, pp. 399-411. ISSN 2007-4018. DOI 10.5154/R.RCHSCFA.2018.06.051. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40182019000300399&script=sci_arttext&tlng=es.
- CHRISTIAN, E. y BENIAH, I., 2019. Phytoremediation of Polluted Waterbodies with Aquatic plants: Recent Progress on Heavy Metal and Organic Pollutants. *PrePrints* [en línea], pp. 1-38. DOI 10.20944/PREPRINTS201909.0020.V1. Disponible en: <https://www.preprints.org/manuscript/201909.0020/v1>.
- COAYLA, Y., AYCA, F., BEDOYA, E. y HUARHUA, T., 2018. Fitorremediación de aguas residuales domésticas en Moquegua. *Revista Ciencia y Tecnología* [en línea], vol. 4, pp. 30-37. Disponible en: <https://revistas.ujcm.edu.pe/index.php/rctd/article/viewFile/117/101>.
- CONCYTEC, 2018. *Compendio de normas para trabajos escritos* [en línea]. S.I.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, CONCYTEC. Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf.
- FASANANDO, I., MOSTACERO, J., GIL, A., DE LA CRUZ CASTILLO, A., LOPÉZ, S. y CHARCAPE, J., 2021. Especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca baja del río Moche, La Libertad- Perú. *REBIOL* [en línea], vol. 41, no. 2, pp. 195-203. DOI 10.17268/REBIOL.2021.41.02.05. Disponible en:

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/4052>.

GALLARDO, E. E. (2017); Metodología de la investigación. Universidad Continental. Huancayo – Perú.

GABALLAH, M., ISMAIL, K., BELTAGY, A., ZEIN ELDIN, A. y ISMAIL, M., 2019. Wastewater Treatment Potential of Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) with Modified Engineering Design. *Journal of Water Chemistry and Technology* [en línea], vol. 41, no. 3, pp. 197-205. ISSN 1934-936X. DOI 10.3103/S1063455X1903010X. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X1903010X#citeas>.

GARCIA, K.S. y PAREJAS, B., 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]. S.l.: Tesis de pregrado, Universidad Continental. [Consulta: 6 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10662>.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2018. *Metodología de la investigación*. 6. México: Mc Graw Hill Education.

ILO, O., SIMATELE, M., NKOMO, S., MKHIZE, N. y PRABHU, N., 2020. The Benefits of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for Southern Africa: A Review. *Sustainability* [en línea], vol. 12, no. 21. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/SU12219222. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/9222>.

JARAMILLO-SALAZAR, M.T., MARÍN-GIRALDO, Y. y OCAMCAMPO-SERNA, D.M., 2018. Efectos en el nivel fotosintético en tres especies de plantas acuáticas sometidas a un tratamiento con agua residual de origen minero. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* [en línea], vol. 22, no. 1, pp. 43-57. ISSN 0123-3068. DOI 10.17151/BCCM.2018.22.1.3. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682018000100043.

KUMAR, V., SINGH, J. y CHOPRA, A.K., 2018. Assessment of plant growth attributes, bioaccumulation, enrichment, and translocation of heavy metals in

water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) grown in sugar mill effluent. *International Journal of Phytoremediation* [en línea], vol. 20, no. 5, pp. 507-521. ISSN 15497879. DOI 10.1080/15226514.2017.1393391. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2017.1393391>.

LEÓN, R., PERNÍA, B., SIGUENCIA, R., FRANCO, S., NOBOA, A. y CORNEJO, X., 2018. Potencial de plantas acuáticas para la remoción de coliformes totales y *Escherichia coli* en aguas servidas. *Enfoque UTE* [en línea], vol. 9, no. 4, pp. 131-144. ISSN 1390-6542. DOI 10.29019/ENFOQUEUTE.V9N4.286. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000400131.

LIMACHE, F., 2021. *Evaluación comparativa de lechuga de agua (Pistia stratiotes) y jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para el tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Tacna* [en línea]. S.I.: Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Disponible en: <http://tesis.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4427>.

MENA, A., 2021. Propiedades del *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua), *Schoenoplectus colifornicus* (Junco), y el *Phragmites australis* (Carricillo). *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [en línea], vol. 24, no. 47, pp. 101-108. ISSN 1561-0888. DOI 10.15381/iigeo.v24i47.20656. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/download/20656/16785/70303>.

MENDOZA, Y., PÉREZ, J. y GALINDO, A., 2018. Evaluación del Aporte de las Plantas Acuáticas *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* en el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. *Información tecnológica* [en línea], vol. 29, no. 2, pp. 205-214. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642018000200205. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642018000200205&script=sci_arttext&tlng=e.

MOHD, N., MOHD, M., MOHD, I. y ABD, H., 2020. Efficiency of Five Selected Aquatic Plants in Phytoremediation of Aquaculture Wastewater. *Applied Sciences* [en línea], vol. 10, no. 8, pp. 1-11. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/APP10082712. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076->

3417/10/8/2712.

- MORALES, E., REYES, J. y QUIÑONES, L., 2019. Efecto del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la depuración del agua residual del colector Santa Lucía- Chachapoyas. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA* [en línea], vol. 15, no. 4, pp. 18-25. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2673>.
- MUSTAFA, H. y HAYDER, G., 2021. Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article. *Ain Shams Engineering Journal* [en línea], vol. 12, no. 1, pp. 355-365. ISSN 2090-4479. DOI 10.1016/J.ASEJ.2020.05.009. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447920301131>.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 5. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-876-0.
- NAZIR, M., IDREES, I., IDREES, P., AHMAD, S., ALI, Q. y MALIK, A., 2020. Potential of water hyacinth (*Eichhornia Crassipes* L.) for phytoremediation of heavy metals from waste water. *Biological and Clinical Sciences Research Journal* [en línea], no. 1, pp. 1-6. ISSN 2708-2261. DOI 10.54112/bcsrj.v2020i1.6. Disponible en: <http://bcsrj.com/ojs/index.php/bcsrj/article/view/6>.
- NUÑEZ, E., SABOYA, N. y CRUZ, M., 2019. Fitorremediación mediante las especies palustre y flotante, *Zantedeschia aethiopica* y *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la zona de la región natural Quechua-Cajamarca. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo* [en línea], vol. 5, no. 2, pp. 46-63. ISSN 2313-7991. DOI 10.17162/RICTD.V5I2.886. Disponible en: https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1362.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. [Consulta: 19 agosto 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.
- QUISPE, K., GUADALUPE, N. y DIAZ, H., 2021. Utilización de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales

de la laguna de oxidación de la ciudad de Pucallpa, Perú. *Ciencia Latina* [en línea], vol. 5, no. 2, pp. 2368-2385. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/452/558>.

RAMÍREZ-LORETO, M., ANGEL-MERAZ, E., PANTOJA-CASTRO, M., RIVERA-RUEDAS, G. y CRUZ-PÉREZ, A., 2020. Capacidad fitorremediadora de plantas acuáticas, la *Salvinia auriculata* y la *Eichhornia crassipes* para tratamiento de aguas residuales. *Revista Internacional de Desarrollo Sustentable* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 76-89. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/66>.

SINGH, J., KUMAR, V., KUMAR, P. y KUMAR, P., 2021. Kinetics and prediction modeling of heavy metal phytoremediation from glass industry effluent by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *International Journal of Environmental Science and Technology* [en línea], vol. 19, no. 6, pp. 5481-5492. ISSN 1735-2630. DOI 10.1007/S13762-021-03433-9. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-021-03433-9#citeas>.

SINGH, Jogendra, KUMAR, V., KUMAR, Pankaj, KUMAR, Piyush, YADAV, K.K., CABRAL-PINTO, M.M.S., KAMYAB, H. y CHELLIAPAN, S., 2021. An experimental investigation on phytoremediation performance of water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) for pollutants removal from paper mill effluent. *Water Environment Research* [en línea], vol. 93, no. 9, pp. 1543-1553. ISSN 1554-7531. DOI 10.1002/WER.1536. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wer.1536>.

SU, W., SUN, Q., XIA, M., WEN, Z. y YAO, Z., 2018. The Resource Utilization of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) and Its Challenges. *Resources* [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 46. ISSN 2079-9276. DOI 10.3390/RESOURCES7030046. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9276/7/3/46>.

TABINDA, A.B., IRFAN, R., YASAR, A., IQBAL, A. y MAHMOOD, A., 2018. Phytoremediation potential of *Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes* to remove chromium and copper. *Environmental Technology* [en línea], vol. 41, no. 12, pp. 1514-1519. ISSN 1479487X. DOI 10.1080/09593330.2018.1540662. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593330.2018.1540662>.

- TOLEDO, N. (2018). Investigación científica: Población y muestra.
- VALDERRAMA, S., 2019. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, cualitativa y mixta*. 5. Perú: Editorial San Marcos.
- VARGAS, C., OVIEDO, A., MONTAÑEZ, M. y POLANIA, A., 2018. Estado del arte; del uso de la eichhornia crassipes en la fitorremediación de aguas residuales industriales. *Dialnet* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 105-130. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021685>.
- VIDAL, F., ALVES, J., ALVES, A., RIBEIRO, C. y DOS SANTOS, F., 2019. Phytoremediation of arsenite-contaminated environments: is Pistia stratiotes L. a useful tool? *Ecological Indicators* [en línea], vol. 104, pp. 794-801. ISSN 1470-160X. DOI 10.1016/J.ECOLIND.2019.04.048. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X19302948>.
- VIEIRA, L.A.J., ALVES, R.D.F.B., MENEZES-SILVA, P.E., MENDONÇA, M.A.C., SILVA, M.L.F., SILVA, M.C.A.P., SOUSA, L.F., LORAM-LOURENÇO, L., ALVES DA SILVA, A., COSTA, A.C., SILVA, F.G. y FARNESE, F.S., 2021. Water contamination with atrazine: is nitric oxide able to improve Pistia stratiotes phytoremediation capacity? *Environmental Pollution* [en línea], vol. 272. ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/J.ENVPOL.2020.115971. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120366604>.
- WICKRAMASINGHE, S. y KUMARI, C., 2018. Potential of aquatic macrophytes Eichhornia Crassipes, Pistia sitratiotes and Salvina Molesta in phytoremedidation of textile wastewater. *Journal of Watter Security* [en línea], vol. 4, pp. 1-8. Disponible en: <https://portalcris.vdu.lt/server/api/core/bitstreams/9c8035dc-83d2-479a-9646-b9e9e6cca82a/content>.

ANEXOS

Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes	Método de tratamiento de aguas residuales que aprovecha la capacidad de las plantas comúnmente conocidas como jacinto de agua y lechuga, para degradar o eliminar elementos, compuestos o contaminantes en el agua y metabolizar diversas moléculas en sus tejidos. (Christian y Beniah, 2019)	Se realizó un monitoreo periódico de los parámetros de campo y se analizó cada tipo de tratamiento.	Eficiencia de remoción	- Porcentaje de remoción	Razón
			Días de tratamiento	- 10 - 15 - 20	
Aguas residuales domésticas	Son producto del uso de dicho líquido en las diferentes actividades de un hogar, las cuales producen un nivel de contaminación al agua que puede manifestar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas. (Jaramillo, Marín y Ocamcampo, 2018)	Se midieron por medio de los parámetros físicos y químicos de las muestras recogidas de aguas residuales domésticas.	Parámetros fisicoquímicos	- STS - Ph - Temperatura - DBO - DQO - OD	Razón
			Microbiológico	- CT	

Matriz de consistencia

Título: Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada, Yurimaguas 2022

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general ¿Cuál es la eficiencia de la fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuáles son las características biológicas del Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes? ¿Cuáles son los parámetros físicos y químicos pre y post tratamientos de fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022? ¿Cuál es la propuesta de fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento del Atun quebrada?</p>	<p>Objetivo general Determinar la eficiencia de fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022</p> <p>Objetivos específicos Determinar las características biológicas del Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes. Analizar la concentración de parámetros físicos y químicos pre y post tratamientos con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada de Yurimaguas, 2022. Elaborar la propuesta de fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento de Atun Quebrada</p>	<p>Hipótesis general Hi: La Eichhornia crassipes y Pistias estratiotes permite la fitorremediación de los vertimientos de aguas residuales domésticas de Atun Quebrada Hii: La Eichhornia crassipes y Pistias estratiotes no permite la fitorremediación de los vertimientos de aguas residuales domésticas de Atun Quebrada</p>	<p>Técnica Observación Descripción</p> <p>Instrumento Ficha de registro de campo Cadena de custodia</p>
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	

<p>Investigación aplicada de diseño cuasi-experimental.</p>	<p>Aguas residuales domesticas de los vertimientos de la ciudad de Yurimaguas, evaluando el proceso de fitorremediación en función a 4 tratamientos empleando un total de 30 plantas de Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1200 225 1449 261">Variables</th> <th data-bbox="1449 225 1711 261">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1200 261 1449 395">Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes</td> <td data-bbox="1449 261 1711 395">Eficiencia de remoción Dias de tratamiento</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1200 395 1449 488">Aguas residuales domésticas.</td> <td data-bbox="1449 395 1711 488">Parámetros fisicoquímicos Microbiológicos</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes	Eficiencia de remoción Dias de tratamiento	Aguas residuales domésticas.	Parámetros fisicoquímicos Microbiológicos	
Variables	Dimensiones								
Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes	Eficiencia de remoción Dias de tratamiento								
Aguas residuales domésticas.	Parámetros fisicoquímicos Microbiológicos								

INFORME DE ENSAYO IE-22-076

Pag. 1 de 2

LAB-F-2.3

Razon Social : LOZANO CONSULTORES S.A.C

Dirección legal del cliente : RAMÓN CASTILLA N° 704 - TARAPOTO

Solicitado por : Agnes Fiorella López Espinoza

N° de Orden de Servicio : OS-22-66

Muestra(s) declarada(s) : Agua Residual (Doméstica)

Procedencia de la Muestra : **Nombre del Proyecto:** FITORREMEDIACIÓN CON EICHHORNIA CRASSIPES Y PISTIA STRATIOTES EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL VERTIMIENTO ATUN QUEBRADA, YURIMAGUAS – 2022

Muestreado por : EL CLIENTE

Cantidad de Muestra(s) : 3

Fecha de recepción de muestras: : 2022-10-27

Plan de monitoreo : NO APLICA

Fecha de Inicio del Análisis : 2022-10-27

Fecha de Emisión de Informe : 2022-11-11

Código de Cliente		AR-01-Y-10	AR-02-Y-10	AR-03-Y-10	
Código de Laboratorio		M.22.127	M.22.128	M.22.129	
Coordenadas UTM WGS 84		N: 9282173	N: 9282173	N: 9282173	
		E: 351792	E: 351792	E: 351792	
Instructivo de muestreo		NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
Matriz		AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	
Muestreo	Fecha Hora	2022-10-27	2022-10-27	2022-10-27	
		07:00 hrs	07:20 hrs	07:40 hrs	
PARÁMETROS					
Parámetro de Ensayo	Unidades	L.C.M.	Resultados	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	31.7	22.1	2.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	50.0	46.4	19.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2.0	53.5	49.2	55.1
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2.0	80.4	60.8	25.9
Potencial de Hidrógeno	pH	0,1	7.50	7.46	7.41
Temperatura	C°	0,1	21.5	21.3	20.0
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.0	15376	15064	10850

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por INACAL-DA

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-22-076

Pág. 2 de 2
LAB-F-2.3

Metodologías:

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. Temperature. Laboratory and Field Methods.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.

- **Observación:**
NO APLICA



Quím. Luis Anicama Chura
Director Técnico
CQP. 1358

FIN DE DOCUMENTO

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-22-077

Pag. 1 de 2

LAB-F-2.3

Razon Social : LOZANO CONSULTORES S.A.C

Dirección legal del cliente : RAMÓN CASTILLA N° 704 - TARAPOTO

Solicitado por : Agnes Fiorella López Espinoza

N° de Orden de Servicio : OS-22-66

Muestra(s) declarada(s) : Agua Residual (Doméstica)

Procedencia de la Muestra : **Nombre del Proyecto:** FITORREMEDIACIÓN CON EICHHORNIA CRASSIPES Y PISTIA STRATIOTES EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL VERTIMIENTO ATUN QUEBRADA, YURIMAGUAS – 2022

Muestreado por : EL CLIENTE

Cantidad de Muestra(s) : 3

Fecha de recepción de muestras: : 2022-11-02

Plan de monitoreo : NO APLICA

Fecha de Inicio del Análisis : 2022-11-02

Fecha de Emisión de Informe : 2022-11-12

Código de Cliente		AR-01-Y-15	AR-02-Y-15	AR-03-Y-15	
Código de Laboratorio		M.22.131	M.22.132	M.22.133	
Coordenadas UTM WGS 84		N: 9282173 E: 351792	N: 9282173 E: 351792	N: 9282173 E: 351792	
Instructivo de muestreo		NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
Matriz		AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	
Muestreo	Fecha Hora	2022-11-01 16:40 hrs	2022-11-01 17:15 hrs	2022-11-01 17:40 hrs	
PARÁMETROS					
Parámetro de Ensayo	Unidades	L.C.M.	Resultados	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	21.1	18.3	2.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	40.3	38.0	11.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2.0	47.7	40.9	39.4
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2.0	56.8	47.1	18.3
Potencial de Hidrógeno	pH	0.1	7.40	7.40	7.30
Temperatura	C°	0.1	21.6	21.5	21.1
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.0	11009	10131	8638

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por INACAL-DA

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-22-077

Pág. 2 de 2
LAB-F-2.3

Metodologías:

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. Temperature. Laboratory and Field Methods.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.

- **Observación:**
NO APLICA



Quím. Luis Anicama Chura
Director Técnico
CQP. 1358

FIN DE DOCUMENTO

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-22-078

Pag. 1 de 2

LAB-F-2.3

Razon Social : LOZANO CONSULTORES S.A.C
Dirección legal del cliente : RAMÓN CASTILLA N° 704 - TARAPOTO
Solicitado por : Agnes Fiorella López Espinoza
N° de Orden de Servicio : OS-22-66
Muestra(s) declarada(s) : Agua Residual (Doméstica)
Procedencia de la Muestra : **Nombre del Proyecto:** FITORREMEDIACIÓN CON EICHHORNIA CRASSIPES Y PISTIA STRATIOTES EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL VERTIMIENTO ATUN QUEBRADA, YURIMAGUAS – 2022
Muestreado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestra(s) : 3
Fecha de recepción de muestras: : 2022-11-07
Plan de monitoreo : NO APLICA
Fecha de Inicio del Análisis : 2022-11-07
Fecha de Emisión de Informe : 2022-11-14

Código de Cliente		AR-01-Y-20	AR-02-Y-20	AR-03-Y-20	
Código de Laboratorio		M.22.137	M.22.138	M.22.140	
Coordenadas UTM WGS 84		N: 9282173 E: 351792	N: 9282173 E: 351792	N: 9282173 E: 351792	
Instructivo de muestreo		NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	
Matriz		AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	AGUA RESIDUAL (DOMÉSTICA)	
Muestreo	Fecha Hora	2022-11-06 16:00 hrs	2022-11-06 16:30 hrs	2022-11-06 17:00 hrs	
PARÁMETROS					
Parámetro de Ensayo	Unidades	L.C.M.	Resultados	Resultados	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	28.0	21.7	2.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	47.5	44.9	19.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2.0	53.0	49.0	49.6
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2.0	59.2	54.1	24.0
Potencial de Hidrógeno	pH	0.1	7.35	7.36	7.35
Temperatura	C°	0.1	21.3	21.6	21.5
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.0	14573	13294	10090

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por INACAL-DA

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-22-078

Pág. 2 de 2
LAB-F-2.3

Metodologías:

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. Temperature. Laboratory and Field Methods.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.

- **Observación:**
NO APLICA



Quím. Luis Anicama Chura
Director Técnico
CQP. 1358

FIN DE DOCUMENTO

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si SOMALAB S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. SOMALAB S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de SOMALAB S.A.C.

Datos del cliente: **Razón Social:** *Lozano Consultores S.A.C*
Persona de contacto: *Agnes Fiorella Lopez Espinoza* Correo / Teléfono: *921459196*
Nombre del proyecto: *Fitorremediación con Eschheria Coliformes y Pistia Stratiotes en Aguas Residuales domésticas del vertimiento D1 un quebrada, Yurimaguas 2022.*

Orden de servicio: *OS-22-66* Pág. *01* de *01*
 Plan de Monitoreo: *-*
 Informe de ensayo: *IE-22-076*
 Procedencia o lugar de muestreo: *Districto de Banda de Shilcayo.*

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación		N° Frascos		Acústico o Corrosión	S.B.T	PH	Temperatura	DBO5	DBO	C.F	T° Mtra (°C)	pH (medido en mtr)	CE (µmhos/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P															
1	AR-01-Y-10	M.22.127	F: 27/10/22 H: 07:00	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
2	AR-02-Y-10	M.22.128	F: 27/10/22 H: 07:20	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
3	AR-03-Y-10	M.22.129	F: 27/10/22 H: 07:40	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
4			F: H:			N: E:																	
5			F: H:			N: E:																	
6			F: H:			N: E:																	
7			F: H:			N: E:																	

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda:
 F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: *Agnes Fiorella* Cliente: *Agnes Fiorella* Recepción de muestra:
 Nombre: *Agnes Fiorella*
 Fecha: *27/10/22*
 Firma: *Agnes Fiorella*

Clasificación de la Matriz Agua. Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Mineral - Termal) SUPERFICIAL
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH: Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL, RESERVA (Pública, Masa, Embalsada)
AB: Aguas Salinas	MAR - BALNEARES - BALNEOERA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP: Aguas de Proceso	CONDICIONADO O SUPLENIMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIXIVIACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Observaciones / Comentarios:



Datos del cliente: **Razón Social:** *Lozano Consultores S.A.C*
Persona de contacto: *Asnes Fionella Lopez Espinoza* Correo / Teléfono: *921459196*
Nombre del proyecto: *Fitorremediación con Eichhornia Crassipes y Pistia Stratiotes en Aguas Residuales domésticos del Vertimiento Atun quebrada, Surimayus 2022.*

Orden de servicio: *05-22-66* Pág. *01* de *01*
 Plan de Monitoreo: *-*
 Informe de ensayo: *IE-22-077*
 Procedencia o lugar de muestreo: *Districto de Banda de Shilcaayo.*

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			PARAMETROS DE ENSAYO											PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES			
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		Acifos y Crasios	S.S.T	PH	Temperatura	DBO5	DQO	C.F	T° Mtra (°C)	PH (valor de pH)	CE (µm/cm)		OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
1	AR-01-Y-15	M.22.131	F: 03/11/22 H: 04:40	AR AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
2	AR-02-Y-15	M.22.132	F: 03/11/22 H: 05:15	AR AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
3	AR-03-Y-15	M.22.133	F: 03/11/22 H: 05:40	AR AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
4			F: N: H:																		
5			F: N: H:																		
6			F: N: H:																		
7			F: N: H:																		

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda: F: Fecha N: Norte V: Vialdo T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: *Asnes Fionella* Cliente: *Asnes Fionella* Recepción de muestra: *[Firma]*

Nombre: *Asnes Fionella*
 Fecha: *[Firma]*
 Firma: *[Firma]*

Clasificación de la Matriz Agua. Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AN: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Abastecimiento - Tierra) SUPERFICIAL
AR: Aguas Residuales	DOMÉSTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AIH: Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Pasta, Mesa, Envase)
AS: Aguas Salinas	MAN - SACUBRES - SALINERA
AP: Aguas de Proceso	AGUA INYECCION Y REMECCION CIRCULACION D'EMPAREMAYO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REMECCION

Observaciones / Comentarios:



Datos del cliente

Razón Social: Lozano Consultores S.A.C
 Persona de contacto: Agnes Fiorella Lopez Espinoza Correo / Teléfono: 921459196
 Nombre del proyecto: Fitorremediación con *Crothalaria Crostipes* y *Pistia Stratiotes* en aguas Residuales domésticas del Vertimiento Aton quebrada, Yarinajays-2021

Orden de servicio: 05-22-66 Pág. 01 de 01
 Plan de Monitoreo: -
 Informe de ensayo: IE-22-078
 Procedencia o lugar de muestreo: Distrito de Bana de Shilayo

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación		N° Frascos		Análisis y ensayos	S.S.T	PH	Temperatura	DBO5	DQO	C.F	T° Mtra (°C)	pH (valor real)	CE (us/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P															
1	AR-01-Y-20	M.22.137	F: 06/11/22 H: 04:00	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
2	AR-02-Y-20	M.22.138	F: 06/11/22 H: 04:30	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
3	AR-03-Y-20	M.22.139	F: 06/11/22 H: 05:00	AR	Residual	N: 9282173 E: 351792	1	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
4			F: H:			N: E:																	
5			F: H:			N: E:																	
6			F: H:			N: E:																	
7			F: H:			N: E:																	

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: Agnes Fiorella Cliente: Recepción de muestra:

Nombre: Agnes Fiorella
 Fecha:
 Firma: [Firma]

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AN: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Artesiana) - Terreno SUPERFICIAL
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AL: Aguas para Uso y Consumo humano	PIEDRA Y LAGUNA ARTIFICIAL - BEBIDA (Pohole, Miso, Envasado)
AS: Aguas Salinas	MIN - EXCUBRES - SALINERO - AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP: Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENTUBAMIENTO - AGUA DE CALDERAS - ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVACION - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO, 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: "Fitorremediación con Eichhornia crassipes y Pistia stratiotes en aguas residuales domésticas del vertimiento Atun quebrada, Yurimaguas 2022", cuyo autor es LOPEZ ESPINOZA AGNES FIORELLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 28 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ALBERTO ORDOÑEZ SANCHEZ DNI: 00844670 ORCID: 0000-0003-3860-4224	Firmado electrónicamente por: LORDONEZS el 30- 11-2022 18:46:32

Código documento Trilce: TRI - 0458776