

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Aplicación de Salvinia y Chlorella Vulgaris para el tratamiento de aguas
residuales de una PTAR a nivel de laboratorio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Doris Elisabeth Lopez Pulce

ASESOR

Wilson Martin Garcia Vera

<https://orcid.org/0000-0001-6108-0946>

Chiclayo, 2024

**Aplicación de Salvinia y Chlorella Vulgaris para el tratamiento de
aguas residuales de una PTAR a nivel de laboratorio**

PRESENTADA POR
Doris Elisabeth Lopez Pulce

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Anibal Teodoro Diaz Orrego
PRESIDENTE

Wilmer Moises Zelada Zamora
SECRETARIO

Wilson Martin Garcia Vera
VOCAL

Dedicatoria

Con profundo amor y gratitud dedico este trabajo de investigación a Dios por su guía, protección y gracia divina. Su amor inagotable y sabiduría han sido una fuente constante de consuelo y motivación.

Además, este logro no habría sido posible sin el amor incondicional, dedicación y sacrificio de mis padres y familiares cercanos, quienes siempre me han apoyado y animado en cada paso. Gracias por enseñarme los valores más importantes, por su paciencia, y por ser fuente de fortaleza.

Agradecimientos

Quiero expresar sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo.

A mi asesor de tesis y mis profesores de cursos referidos al tema por su sabiduría, orientación y dedicación incansable en ayudarme a dar forma a este trabajo.

A mis amigos, que siempre estuvieron conmigo apoyándome en el proceso y no permitieron que me rinda.

A todos ustedes, muchas gracias por su apoyo, ayuda y colaboración. Este logro no habría sido posible sin su contribución.

TESIS II - DORIS TURNITIN

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	

Índice

Resumen	12
Palabras clave	12
Abstract	13
Keywords	13
Introducción	14
Revisión de la Literatura	18
Antecedentes	18
Bases teóricas	22
Bases Legales.....	22
Definición de Términos	22
Materiales y métodos	24
Tipo de Investigación	24
Exploratoria	24
Cuantitativo.....	24
Investigativa.....	24
Aplicada.....	24
Nivel de Investigación	24
Explicativo.....	24
Diseño de investigación	24
Experimental.....	24
Población y Muestra	25
Población	25
Muestra	25
Muestreo	25
Variables e indicadores	25
Variable Independiente.....	25
Variable Dependiente	26
Operacionalización de Variables	26

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	27
Tabla de Técnicas e Instrumentos.....	28
Procedimientos	28
Obtención de Muestras	28
Cultivo de Salvinia	30
Cultivo de Chlorella Vulgaris.....	32
Aplicación de Salvinia.....	35
Aplicación de Chlorella Vulgaris	41
Aplicación de Salvinia y Chlorella Vulgaris	47
Ensayos	58
Consideraciones Éticas	58
Resultados Y Discusión	59
Resultados	59
Cultivo de Salvinia	59
Cultivo de Chlorella Vulgaris.....	59
Límites máximos permisibles.....	60
Ferreñafe	60
Pimentel	63
Aplicación de Salvinia.....	66
Aplicación de Chlorella Vulgaris	67
Aplicación de Salvinia + Chlorella Vulgaris.....	68
Discusión	70
Conclusiones	72
Recomendaciones	73
Referencias.....	74
Anexos	78

Índice de Tablas

TABLA N° 1: Variable independiente Salvinia.....	25
TABLA N° 2: Variable independiente Chlorella Vulgaris	26
TABLA N° 3: Variable dependiente	26
TABLA N° 4: Operacionalización de variables.....	26
TABLA N° 5: Técnicas e instrumentos	28
TABLA N° 6: Tabla de Ensayos.....	58
TABLA N° 7: Condiciones Iniciales de Salvinia.....	59
TABLA N° 8: Condiciones Iniciales de Chlorella Vulgaris 1	59
TABLA N° 9: Condiciones Iniciales de Chlorella Vulgaris 2	60
TABLA N° 10: Límites máximos permisibles.....	60
TABLA N° 11: Resultados Ferreñafe Muestra Control 1	60
TABLA N° 12: Resultados Ferreñafe Muestra Control 2.....	61
TABLA N° 13: Resultados Ferreñafe Muestra Salvinia	61
TABLA N° 14: Resultados Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris	62
TABLA N° 15: Resultados Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris.....	62
TABLA N° 16: Resultados Pimentel Muestra Control 1	63
TABLA N° 17: Resultados Pimentel Muestra Control 2.....	63
TABLA N° 18: Resultados Pimentel Muestra Salvinia	64
TABLA N° 19: Resultados Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris	64
TABLA N° 20: Resultados Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris	65
TABLA N° 21: Muestras de PTAR Ferreñafe	65
TABLA N° 22: Muestras de PTAR Pimentel	66
TABLA N° 23: Porcentaje de reducción - Ferreñafe	70
TABLA N° 24: Porcentaje de reducción - Pimentel	70

Índice de Ilustraciones

Ilustración N° 1: Representación gráfica de PTAR	28
Ilustración N° 2: Lugar de recojo de Muestra Control 1	29
Ilustración N° 3: Lugar de recojo de Muestra para aplicación	29
Ilustración N° 4: Lugar de recojo de Muestra Control 2	29
Ilustración N° 5: Ramillete de Salvinia	30
Ilustración N° 6: Cultivo sin problemas	31
Ilustración N° 7: Cultivo con problemas	31
Ilustración N° 8: Cultivo final	31
Ilustración N° 9: Matraz con agua destilada.....	32
Ilustración N° 10: 8ml de nutriente Bayfolan Forte	32
Ilustración N° 11: Cultivo de Chlorella Vulgaris	33
Ilustración N° 12: Microscopio con Cámara de Neubauer.....	34
Ilustración N° 13: Células de Chlorella Vulgaris	34
Ilustración N° 14: Ferreñafe Muestra Salvinia día 1	35
Ilustración N° 15: Pimentel Muestra Salvinia día 1	35
Ilustración N° 16: Ferreñafe Muestra Salvinia día 2	36
Ilustración N° 17: Pimentel Muestra Salvinia día 2	36
Ilustración N° 18: Ferreñafe Muestra Salvinia día 3	37
Ilustración N° 19: Pimentel Muestra Salvinia día 3	37
Ilustración N° 20: Ferreñafe Muestra Salvinia día 4	38
Ilustración N° 21: Pimentel Muestra Salvinia día 4	38
Ilustración N° 22: Ferreñafe Muestra Salvinia día 5	39
Ilustración N° 23: Pimentel Muestra Salvinia día 5	39
Ilustración N° 24: Ferreñafe Muestra Salvinia día 7	40
Ilustración N° 25: Pimentel Muestra Salvinia día 7	40
Ilustración N° 26: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 1	41
Ilustración N° 27: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 1.....	41
Ilustración N° 28: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 2	42
Ilustración N° 29: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 2.....	42

Ilustración N° 30: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 3	43
Ilustración N° 31: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 3.....	43
Ilustración N° 32: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 4	44
Ilustración N° 33: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 4.....	44
Ilustración N° 34: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 5	45
Ilustración N° 35: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 5.....	45
Ilustración N° 36: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 7	46
Ilustración N° 37: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 7.....	46
Ilustración N° 38: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 1	48
Ilustración N° 39: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 1	48
Ilustración N° 40: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 2	49
Ilustración N° 41: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 2	49
Ilustración N° 42: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 3	50
Ilustración N° 43: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 3	50
Ilustración N° 44: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 4	51
Ilustración N° 45: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 4	51
Ilustración N° 46: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 5	52
Ilustración N° 47: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 5	52
Ilustración N° 48: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 8	53
Ilustración N° 49: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 8	53
Ilustración N° 50: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 9	54
Ilustración N° 51: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 9	54
Ilustración N° 52: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 10	55
Ilustración N° 53: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 10	55
Ilustración N° 54: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 11	56
Ilustración N° 55: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 11	56
Ilustración N° 56: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 12	57
Ilustración N° 57: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 12	57
Ilustración N° 58: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 17	58
Ilustración N° 59: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 17	58

Índice de Ilustraciones

GRÁFICO N° 1: Porcentaje de mejora – Salvinia - Ferreñafe	66
GRÁFICO N° 2: Porcentaje de mejora – Salvinia - Pimentel	66
GRÁFICO N° 3: Porcentaje de mejora – Chlorella Vulgaris - Ferreñafe.....	67
GRÁFICO N° 4: Porcentaje de mejora – Chlorella Vulgaris - Pimentel.....	67
GRÁFICO N° 5: Porcentaje de mejora – Salvinia + Chlorella Vulgaris - Ferreñafe	68
GRÁFICO N° 6: Porcentaje de mejora – Salvinia + Chlorella Vulgaris - Pimentel	69

Índice de Anexos

ANEXO N° 1: Matriz de consistencia	78
ANEXO N° 2: Cronograma	79
ANEXO N° 3: Resultados de Laboratorio	80
ANEXO N° 4: Resultados de Laboratorio	81
ANEXO N° 5: Resultados de Laboratorio	82
ANEXO N° 6: Resultados de Laboratorio	83
ANEXO N° 7: Resultados de Laboratorio	84
ANEXO N° 8: Resultados de Laboratorio	85
ANEXO N° 9: Resultados de Laboratorio	86
ANEXO N° 10: Resultados de Laboratorio	87
ANEXO N° 11: Resultados de Laboratorio	88
ANEXO N° 12: Resultados de Laboratorio	89
ANEXO N° 13: Límites Máximos Permisibles	90
ANEXO N° 14: Recurso fotográfico 1	90
ANEXO N° 15: Recurso fotográfico 2	91
ANEXO N° 16: Recurso fotográfico 3	91
ANEXO N° 17: Recurso fotográfico 4.....	92
ANEXO N° 18: Recurso fotográfico 5	92
ANEXO N° 19: Recurso fotográfico 6	93
ANEXO N° 20: Recurso fotográfico 7	93
ANEXO N° 21: Recurso fotográfico 8	94
ANEXO N° 22: Recurso fotográfico 9	94

Resumen

El tratamiento de aguas residuales es un problema que aqueja a todo el mundo, dependiendo del lugar en mayor o menor medida, siendo Lambayeque el lugar de estudio de la presente tesis, se puede demostrar la evidente dificultad en el proceso ya mencionado. Es así como el documento en cuestión pretende dar una posible solución a la dificultad ya descrita, proponiendo el uso de *Salvinia* y *Chlorella Vulgaris* para mejorar la calidad de las aguas residuales en parámetros específicos como son el DBO, DQO, Ph, SST, contenido de cobre, contenido de zinc y coliformes fecales. Utilizando muestras de dos PTAR's de la región, las cuales son la PTAR de Ferreñafe y la PTAR de Pimentel; se realizaron las aplicaciones de *Salvinia*, *Chlorella Vulgaris* y de *Salvinia* + *Chlorella Vulgaris* a cada muestra recolectada, obteniendo resultados favorables, concluyendo así que el tratamiento propuesto y ejecutado además de ser eco amigable y económico también es eficiente, confirmando la hipótesis planteada dentro de este escrito.

Palabras clave

Tratamiento de aguas residuales, microalga, *Chlorella Vulgaris*, planta macrófita, *Salvinia*

Abstract

Wastewater treatment is a problem that afflicts everyone, depending on the place to a greater or lesser extent, being Lambayeque the place of study of this thesis, the evident difficulty in the aforementioned process can be demonstrated. Thus, the document in question intends to provide a possible solution to the difficulty already described, proposing the use of *Salvinia* and *Chlorella Vulgaris* to improve the quality of wastewater in specific parameters such as BOD, COD, pH, TSS, copper content, zinc content and fecal coliforms. Using samples from two WWTPs in the region, the Ferreñafe WWTP and the Pimentel WWTP, *Salvinia*, *Chlorella Vulgaris* and *Salvinia + Chlorella Vulgaris* were applied to each sample collected, obtaining favorable results, thus concluding that the proposed and implemented treatment is not only eco-friendly and economical but also efficient, confirming the hypothesis put forward in this paper.

Keywords

Wastewater treatment, microalgae, *Chlorella Vulgaris*, macrophyte plant, *Salvinia*

Introducción

Según la ONU [1] más del 40% de la población en el mundo se ve afectada por la escasez de agua; solo 1800 millones de personas tienen acceso a agua potable, esto equivale al 22.6% de la población mundial; así mismo afirma que la cantidad de personas que no poseen acceso a los servicios básicos de saneamiento asciende a 2400 millones, que es equivalente a 30.2% de la población total en el mundo. Esta organización relata que, del total resultante de aguas residuales producidas por el hombre, más del 80% son vertidas en ríos o mares sin ser tratadas.

Las aguas residuales resultantes de la actividad humana poseen gran cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos, los cuales si no son tratados y además de ello las personas están en contacto con las aguas que los poseen, estas pueden contraer enfermedades que pueden ser de tratamiento sencillo o de tratamiento avanzado. Ciertos estudios demuestran que aproximadamente para el 2030 la demanda de agua dulce va a incrementar en un 40% [2]; es así como las personas que actualmente carecen de una fuente de agua potable optan por usar aguas residuales tratadas de manera incorrecta o simplemente no tratadas. En todo el mundo más de 800 niños menores de 5 años fallecen debido a enfermedades causadas por la falta de higiene, siendo este uno de los principales motivos de dichos fallecimientos [1].

Sin embargo, cuando el hombre no interviene en el proceso de purificación de agua, la propia naturaleza entra en acción encontrando sus propias rutas sostenibles para la recuperación de estas aguas con contaminantes; es así como surge la fitorremediación, que se encarga de remediar y absorber los contaminantes sin requerir de aireación. Este proceso es bien realizado por microalgas que, bajo algunas condiciones pueden asimilar la materia orgánica existente en el agua residual, ya que, debido a su metabolismo inverso utilizan el CO₂ y los nutrientes para convertirlos en oxígeno, revirtiendo así la eutrofización en el agua [3].

La fitorremediación reduce la concentración de contaminantes, ya que las plantas presentan una alta eficacia en la remoción de patógenos, nutrientes y materia orgánica, esto contribuye a la disminución de las consecuencias negativas que trae el vertido de las aguas contaminadas a fuentes de agua limpias. Para este proceso se combinan diferentes procesos químicos, biológicos y físicos llevados a cabo por microalgas y plantas [4].

Actualmente en el Perú existen muchas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que no cumplen con los requisitos mínimos para su funcionamiento o que simplemente no se encuentran funcionando. Según la SUNASS [5] para el año 2016 de las 253 localidades que

estaban asociadas a una Empresa Prestadora de Servicios, 89 no contaban con tratamiento de aguas residuales, lo que ocasionaba que las aguas resultantes en dichas localidades sean depositadas de manera en ríos, mares, entre otros. El total de localidades que no presentan Plantas de Tratamiento se encuentran conformados por 1888000 habitantes pertenecientes a estos lugares.

Las aguas residuales requieren de un tratamiento especializado para poder ser reutilizadas. Los tratamientos dependen del uso que tendrá el agua después de que el tratamiento sea ejecutado, ya que para cada actividad destinada existen límites en cuanto al contenido de ciertos parámetros físicos, químicos, parasitológicos y microbiológicos.

Las aguas residuales, resultantes de procesos industriales, domésticos, entre otros, en su mayoría son tratados mediante procesos que requieren de la utilización de productos químicos, que pueden ser dañinos para las personas, así como también para el medio ambiente. Es así como el personal especializado se enfoca en la mejora de estos sistemas y en la implementación de nuevos sistemas que sean más amigables con el medio ambiente, pero que a su vez sean efectivos para el trabajo propuesto.

En la región Lambayeque se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales Ferreñafe perteneciente al distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, esta Planta de Tratamiento cubre una superficie aproximada de 2.22 hectáreas de terreno, además, tiene un caudal de diseño de 6912 m³/día; recolecta un volumen de 130660.96 m³, los cuales trata en su totalidad, ya que es una PTAR que se encuentra en funcionamiento [6]. Igualmente, en el distrito de Pimentel se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales que lleva el mismo nombre de su ubicación; planta que cubre una superficie aproximada de 3.88 ha, diseñada con un caudal de 2332.80 m³/día, recolecta un volumen de 83435.90 m³ de aguas residuales, los cuales también trata en su totalidad, ya que es una planta de tratamiento en funcionamiento [6]. Sin embargo, ambas infraestructuras carecen de mantenimiento, lo cual reduce su efectividad en el tratamiento de las aguas contaminadas que se depositan en ellas.

Para mitigar el daño antes mencionado, se plantea un tratamiento intermedio (entre la primera y segunda laguna de estabilización) utilizando plantas macrófitas y microalgas, a raíz de este planteamiento surge la siguiente incógnita, ¿Cómo influye el uso de la salvinia y la chlorella vulgaris en el tratamiento de aguas residuales de una PTAR?

Para evidenciar lo antes descrito se tiene diferentes justificaciones, dentro de las cuales la justificación ambiental reside en que las aguas residuales, las cuales resultan de procesos industriales y uso doméstico, están dotadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos, además de contener partículas en suspensión. Estas aguas pueden o no ser tratadas correctamente, cuando el tratamiento utilizado no es suficiente, las aguas en mención al llegar a su disposición final, que son ríos, lagos, mares, entre otros, afectan a estos de manera directa disminuyendo la calidad del agua, con lo que perturban la vida acuática existente y terminan con la biodiversidad. El uso de plantas macrófitas y microalgas reducen el uso de químicos en las plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que estas se encuentran de forma natural en el medio ambiente y logran adaptarse a las condiciones existentes. Además de que los resultados prometen ayudar disminuyendo la contaminación ambiental y son eco amigables, resultan ser muy eficientes.

Para la justificación social, se sabe que las plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales están conformadas por lagunas de estabilización, presentan características especiales, dentro de las cuales las más resaltantes son los vectores biológicos y los malos olores; esto es debido a la presencia de materia orgánica que se encuentra en descomposición. Lo anteriormente señalado genera incomodidad y malestar en la población que vive o transcurre por la zona en mención; es por esto que, al aplicar las microalgas y plantas macrófitas se pretende reducir en gran medida estas afecciones.

Asimismo, se tiene una justificación económica, que radica en que las microalgas y plantas macrófitas se pueden desarrollar en un laboratorio bajo condiciones controladas, esto reduce en gran medida el tiempo de desarrollo y cultivo de estas; lo que a su vez contribuye en la reducción de costos al tratar el exceso de nutrientes en las aguas residuales.

Luego de describir de manera clara la problemática y demostrar las justificaciones respectivas, con la presente investigación se quiere lograr los siguientes objetivos, siendo el objetivo general, determinar la influencia del uso de la salvinia y la chlorella vulgaris en el tratamiento de aguas residuales de la PTAR de Ferreñafe y la PTAR de Pimentel. De la misma forma los objetivos específicos son: el primero, determinar las características iniciales de la Salvinia y la Chlorella Vulgaris; el segundo, analizar los parámetros químicos, físicos y microbiológicos de la muestra de agua residual previo a aplicar las microalgas y las plantas macrófitas; el tercero, Analizar los parámetros químicos, físicos y microbiológicos de la muestra de agua residual después de aplicar las microalgas y las plantas macrófitas; el cuarto,

evaluar la capacidad de las microalgas y de las plantas macrófitas en conjunto para la purificación de aguas residuales, al medir los parámetros químicos, físicos y microbiológicos del agua residual; el quinto, realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de cada muestra; y por último el sexto, realizar un análisis de costo para el tratamiento de 1 m³ de agua residual.

Postulando finalmente la siguiente hipótesis; la planta macrófita *Salvinia* y la microalga *Chlorella Vulgaris* serán capaces de remover metales pesados como el Cobre (Cu) y el Zinc (Zn), reducir los coliformes fecales, además de mejorar la calidad del agua en un tiempo reducido, lo cual se verá reflejado en el informe de laboratorio luego de realizar la medición de los parámetros que serán verificados en las muestras de agua residual provenientes de la PTAR Ferreñafe y la PTAR Pimentel.

Revisión de la Literatura

Antecedentes

Revista Bioresource Technology: Chlorella vulgaris cultivation in pilot-scale to treat real swine wastewater and mitigate carbon dioxide for sustainable biodiesel production by direct enzymatic transesterification. 2022. (SCOPUS)

[9] Se realizó la investigación basada en el efecto que tienen la microalga *Chlorella Vulgaris* para el tratamiento de aguas residuales porcinas, ya que estas al ser vertidas de manera directa en ríos y océanos causan la eutrofización, contaminación y propagación de patógenos de estos depósitos de agua. Considerando la fácil multiplicación de las microalgas, su eficiencia fotosintética y su versatilidad al momento de adaptarse a nuevos medios naturales se han vuelto indispensables en el tratamiento de estas aguas. Este estudio demuestra la efectividad de la microalga para la fitorremediación de las aguas contaminadas en mención.

Para la metodología utilizaron una cepa de microalgas *Chlorella vulgaris*, la cual fue cultivada en matraces durante 20 días. Con respecto a las aguas residuales porcinas se recolectaron 3000 litros los cuales fueron liberados del plancton existente. Se realizó el cultivo de las microalgas en estanques de canalización abiertos al aire libre. Luego del tratamiento se centrifugó para obtener biomasa de microalgas, para posteriormente realizarse la transesterificación enzimática. Por último, se realizaron las medidas y el análisis estadístico de los parámetros a evaluar.

Como conclusiones se tiene que, las microalgas tratadas con 3% de CO₂ presentaron características alentadoras con respecto a su crecimiento, producción de lípidos y eliminación de nutrientes en comparación con la muestra control; además, la transesterificación enzimática de biomasa logró una alta conversión de biodiesel, lo que comprueba la eficacia de hacer un enfoque integrado para el tratamiento de aguas residuales y la mitigación de CO₂ para la producción de biodiesel.

Revista Environmental Pollution: Salvinia Natans: A potential test species for ecotoxicity testing. 2020. (SCOPUS)

[10] Las aguas residuales normalmente reciben un tratamiento fisicoquímico basado en las mediciones que se realizan a los parámetros, sin embargo, se debe tener en cuenta el impacto que esto genera en los depósitos de agua a los que llega el agua trata como disposición final. Los macrófitos juegan un papel importante en la oxigenación, regulación de calidad de agua, estabilización de sedimentos, formación de hábitats y en el ciclo de nutrientes; es por eso por lo que son usadas para el tratamiento de toxicidad acuática.

Para la metodología, el espécimen a utilizar es la *Salvinia Natans* que fue recolectada en el río Namhan en Corea, se aclimataron por dos meses y fueron cultivadas bajo medios controlados; luego determinaron las condiciones óptimas para la desinfección haciendo pruebas en laboratorio; posteriormente se determinó el medio de cultivo idóneo para la *Salvinia*. Finalmente se evaluó la eficacia de la *Salvinia* en ensayos de toxicidad, para lo que se prepararon productos químicos de prueba, luego se realizó un análisis de crecimiento y por último se hizo un análisis estadístico de los resultados.

Como conclusión se tiene que, al utilizar ácido nítrico al 1% durante 1 minuto para la desinfección de la planta, esta no sufre ningún cambio ni consecuencia negativa; y con respecto a la absorción de contaminantes, la planta macrófita cumple su función y arroja resultados dentro de los límites requeridos.

Revista Aquatic Toxicology: Effect of daily exposure to Pb-contaminated water on Salvinia biloba physiology and phytoremediation performance. 2019. (SCOPUS)

[11] La revista *Aquatic Toxicology* publica un artículo en el cual nos detalla la investigación del efecto que tiene sobre la *Salvinia* el estar expuesta a agua contaminada con Pb y su rendimiento de la fitorremediación. La contaminación con metales pesados es un problema que afecta a todos en el mundo y va en aumento debido a la industrialización. El plomo es uno de los metales pesados que genera más impacto negativo en el ambiente, causando toxicidad crónica o aguda en los organismos acuáticos. Siendo así el objetivo principal de la investigación, evaluar la influencia en el desempeño de la *Salvinia* en la remoción de Pb cuando la planta está siendo expuesta a agua contaminada.

En los materiales y métodos utilizados se tiene, la recolección del espécimen de *Salvinia*, la fue recogida de un lago en el Río Paraná, para luego ser cultivados en un laboratorio a condiciones ambientales hidropónicas. Como paso siguiente se tiene los estudios de remoción de Pb, para lo que se tomaron muestras de la columna de agua cada 24 horas, durante 10 días. Sucesivamente cuantificaron la pigmentación fotosintéticos, determinaron la pigmentación de antioxidantes, computaron el contenido de carbohidratos solubles, determinaron el índice de estabilidad de la membrana; para finalmente realizar un análisis estadístico.

Con el procedimiento mencionado se obtuvieron las siguientes conclusiones; la planta presenta una alta tolerancia al Pb a largo plazo y posee una gran capacidad de remoción de metales pesados; los niveles de pigmentos fotosintéticos y antioxidantes, carbohidratos solubles y la integridad de la membrana mostraron cambios durante el proceso de remoción de Pb.

Tesis de Maestría: Evaluación de *Salvinia Mínima Baker* como potencial acumulador de Cu y Zn de agua residual porcina: efectos fisiológicos, morfológicos y de crecimiento. Yucatán. 2017.

G. Carrillo Niquete [12] realiza su investigación para la evaluación de la *Salvinia Mínima Baker* en la absorción de metales pesados como el Cu y el Zn en aguas residuales porcinas, el estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación Científica de Yucatán – México. Yucatán tiene el tercer puesto en producción de cerdos, pero a pesar de ello las aguas contaminadas resultantes no son tratadas de manera adecuada, las mismas están compuestas de metales pesados que son dañinos para la salud especialmente el cobre y el zinc que son utilizados como fungistático del alimento porcino. Esta tesis pretende estimar la eficacia de la planta macrófita en la remoción de Cu y Zn utilizando concentraciones de $ZnSO_4$ y $CuSO_4$.

Para la ejecución del estudio se llevaron a cabo 7 pasos. Paso 1: consiste en la recolección del espécimen *Salvinia* y en la caracterización del agua residual. Paso 2: las plantas recolectadas deben pasar por un proceso de aclimatación mientras se realiza la medición de parámetros en el agua residual. Paso 3: las plantas son expuestas al tratamiento con aguas residuales. Paso 4: determinan la cantidad de metales pesados absorbidos por la planta. Paso 5: cálculo del factor de Bioconcentración y Translocación. Paso 6: obtienen evidencias fotográficas de la implantación. Paso 7: Presentan los resultados y los interpretan.

Al final de realizada la experimentación se obtienen los siguientes resultados: la salvinia demostró su efectividad en la acumulación de Cu y Zn, siendo 6.96 mg la máxima concentración de Cu y 19.6 mg la máxima concentración de Zn; para esto cabe recalcar que la mayor absorción se dio dentro de las primeras 24 horas y la absorción de Cu fue más nociva que la absorción de Zn para la planta.

Tesis de Pregrado: Remoción óptima de coliformes fecales por la microalga Chlorella Vulgaris del río Torococha en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de las ciudades de Juliaca y Puno. Juliaca. 2020.

J. Chambi Rodríguez [13], quien hizo su investigación en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, la cual se encuentra en la ciudad de Juliaca – Juliaca – Puno, pretende determinar la eficiencia de la microalga Chlorella Vulgaris en la remoción de coliformes fecales en el río Torococha, el cual recibe sus aguas de las ciudades de Puno y Juliaca. La población que se tomó en cuenta fueron las aguas residuales provenientes de las plantas de tratamiento de Juliaca y Puno; la muestra fueron 4 litros de estas aguas residuales. Utilizó la observación y medición para completar los objetivos; haciendo uso de fichas de recolección de datos, Google Maps, Excel, Cámara y el software SPSS.

La experimentación se llevó a cabo por medio de 3 fases. Fase 1, estimó la concentración de coliformes en relación con los LMP. Fase 2, analizó la tasa de remoción de coliformes de la Chlorella Vulgaris. Fase 3, determinó la relación entre la biomasa de Chlorella Vulgaris con la concentración de coliformes. En las conclusiones menciona que las aguas residuales procedentes de las plantas de tratamiento de Juliaca y Puno poseen concentraciones de coliformes fecales que sobrepasan en gran medida los LMP, siendo de $5 \cdot 10^7$ NMP/100ml y $5 \cdot 10^6$ NMP/100ml respectivamente.

Con la aplicación de la microalga estas concentraciones disminuyen significativamente en un periodo corto, alcanzando valores menores a 1.8 NMP/100ml en el transcurso de 100 horas, consiguiendo así en este periodo de tiempo una remoción del 99.99% de los coliformes existentes.

Bases teóricas

Bases Legales

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. 2006. Norma SO.090.

La norma establece un punto de referencia, a partir del cual se van a desarrollar los proyectos relacionados al tratamiento de aguas residuales. También norma las características mínimas que las instalaciones de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales deben tener, además de normar el proceso a seguir por las aguas a tratar [14].

Límites Máximos Permisibles. Decreto Supremo N° 003-2010.

La normativa en cuestión da la aprobación requerida para la medida de concentración de los parámetros característicos los efluentes, los cuales pueden ocasionar distintas afecciones a los seres humanos y al medio ambiente [15].

Estándares de Calidad Ambiental. Decreto Supremo N° 004-2017.

Presenta las cantidades máximas para los parámetros en los componentes físico-químicos, inorgánicos, orgánicos, microbiológicos y patológicos, que debe contener el agua tratada para sus diferentes usos posteriores al tratamiento [16].

Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Resolución Ministerial N° 273-2013

Describe el protocolo a seguir para la toma y conservación de muestras de aguas residuales, considerando el tiempo y características que debe tener la muestra desde el momento de la extracción hasta el momento de evaluación en el laboratorio elegido para realizar los estudios correspondientes [17].

Definición de Términos

Aguas Residuales

Aquella agua resultante del uso doméstico e industrial, que presenta materia orgánica e inorgánica en suspensión o disuelta [14].

Fitorremediación

Tecnologías usadas en base a organismos vegetales (plantas) para lograr la reducción de la concentración de contaminantes existentes en el medio, partiendo de procesos bioquímicos

llevados a cabo por los microorganismos asociados a las plantas. Se aplica a contaminantes inorgánico como a contaminantes orgánicos [12].

Biorremediación

Utilizando microorganismos y otros materiales biológicos para desinfectar y eliminar contaminantes, explota la capacidad natural de los organismos vivos para limpiar el medio ambiente. Aprovecha los procesos de mitigación como el bioaumentación, que implica la inclusión de microorganismos exógenos y la bioestimulación que utiliza poblaciones microbianas [18].

Microalgas

Poseen una alta capacidad de unión a metales pesados por la presencia de proteínas, lípidos o polisacáridos en la superficie de sus paredes celulares [18].

Salvinia

Helecho acuático pequeño flotante que pertenece a la familia Salviniaceae, posee tallos ramificados y dos tipos de hojas, superiores fotosintéticas e inferiores sumergidas. Es utilizada en sistemas de humedales para el tratamiento de aguas residuales, ya que tiene un potencial de crecimiento alto en aguas estancadas [18].

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en 5 días y 20°C [14].

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Oxígeno requerido para la oxidación química de materia orgánica utilizando sales inorgánicas de dicromato o permanganato de sodio como oxidante [14].

Metales Pesados

Elementos con número atómico mayor a 20 que poseen propiedades metálicas. Forman una categoría principal de aguas contaminadas debido a su gran toxicidad [18].

Límites Máximos Permisibles

Medida de concentración para sustancias, elementos o parámetros biológicos, físicos y químicos, que son característicos de una efluencia; los cuales, si superan una cantidad estimada pueden causar enfermedades a las personas [15].

Materiales y métodos

Tipo de Investigación

Exploratoria

La investigación por desarrollarse explora una nueva forma de tratamiento alternativo de aguas residuales, utilizando una combinación de dos métodos distintos, con el fin de encontrar nuevas respuestas.

Cuantitativo

Los parámetros por considerar van a ser cuantificados y medidos a través de ensayos de laboratorio.

Investigativa

Se realiza la recolección de datos de una población en específico, a la cual se aplica distintos medios para generar un nuevo conocimiento.

Aplicada

Se realiza una experimentación de laboratorio aplicando así los conocimientos adquiridos de diversas fuentes para generar nuevos resultados.

Nivel de Investigación

Explicativo

Expone el comportamiento de las variables independientes como son la *Salvinia* y la *Chlorella Vulgaris* con respecto a la influencia e impacto que generan sobre la variable dependiente, siendo esta la remoción de metales pesados y coliformes fecales.

Diseño de investigación

Experimental

Se realiza una experimentación en un laboratorio mediante la aplicación de microalgas y plantas macrófitas a diferentes muestras de aguas residuales, teniendo también una muestra control.

Población y Muestra

Población

La población de esta investigación se encuentra conformada por la PTAR Ferreñafe y la PTAR Pimentel, las cuales recolectan aguas residuales de las distintas localidades aledañas a las mismas.

Muestra

La muestra por utilizar será de 4 litros por cada modelo, además de considerar 4 litros de reserva, lo que nos da un total de 20 litros de agua residual de cada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ya que se utilizará un modelo de control, uno para aplicación de salvinia, uno para aplicación de chlorella vulgaris y uno en donde se aplique de forma consecutiva la planta macrófita y la microalga.

Muestreo

La muestra por tomar es una muestra no probabilística, ya que no todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos; en cambio el investigador elige por su criterio subjetivo las muestras a usar.

Variables e indicadores

Variable Independiente

TABLA N° 1: Variable independiente Salvinia

VARIABLE	INDICADORES
Aplicación Planta Macrófita Salvinia	X 1 = Temperatura
	X 2 = Forma
	X 3 = Humedad
	X 4 = Tamaño
	X 5 = Cantidad

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 2: Variable independiente *Chlorella Vulgaris*

VARIABLE	INDICADORES
Aplicación Microalga <i>Chlorella Vulgaris</i>	X 6 = Temperatura
	X 7 = Forma
	X 8 = Fotoperíodo
	X 9 = Incremento de células
	X 10 = Ph

Fuente: Elaboración propia

Variable Dependiente

TABLA N° 3: Variable dependiente

VARIABLE	INDICADORES
Remoción de metales pesados como Cobre y Zinc y coliformes fecales	Y 1 = DBO
	Y 2 = DQO
	Y 3 = Coliformes Fecales
	Y 4 = Sólidos suspendidos fecales
	Y 5 = Contenido de Cobre
	Y 6 = Contenido de Zinc
	Y 7 = pH

Fuente: Elaboración propia

Operacionalización de Variables

TABLA N° 4: Operacionalización de variables

TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	MÉTODO	
Variables Independientes	Planta Macrófita Salvinia	Temperatura	°C	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio	
		Forma		Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio	
		Humedad	% de humedad	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio	
		Tamaño	cm	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio	
		Cantidad	Unidades	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio	
	Microalga <i>Chlorella</i> <i>Vulgaris</i>	Es la herramienta que será utilizada con el fin de mejorar la calidad del agua residual, removiendo los metales pesados y disminuyendo la cantidad de coliformes fecales existentes.	Temperatura	°C	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio
			Forma		Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio
			Fotoperíodo	Horas	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio
			Incremento de células	Cel / ml	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio
			Ph	Unidades de Ph	Observación Directa	Medición con instrumento de laboratorio
Variable Dependiente	Remoción de metales pesados como Cobre y Zinc y coliformes fecales	DBO	mg / L	Observación Directa	Método 8043*; HACH: Dilución	
		DQO	mg / L	Observación Directa	Método 800*; HACH: Digestión de Reactor	
		Coliformes Fecales	NMP / 100ml	Observación Directa	Método 9221 - C; APHA, AWWA, WEF: Procedimiento de NMP para coliformes fecales	
		Sólidos suspendidos	ml / L	Observación Directa	Método 2540 B del Sthandar Methods: Sólidos totales secados a 103 - 105 °c	
		Contenido de Cobre	mg / L	Observación Directa	Método 3120 - B; APHA,AWWA, WEF: Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)	
		Contenido de Zinc	mg / L	Observación Directa	Método 3120-B; APHA,AWWA, WEF: Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)	
		pH	Unidades de Ph	Observación Directa	Método 4500 - H+ APHA, AWWA, WEF: Electrodométrico	

Fuente: Elaboración propia

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La información recopilada se obtendrá como resultado de la experimentación en laboratorio, antes y después de la aplicación de *Salvinia* y *Chlorella Vulgaris* a la muestra de agua residual.

Técnica

- ❖ Observación Directa

Instrumentos

- ❖ Formato de recolección de datos de *Salvinia*
- ❖ Formato de recolección de datos de *Chlorella Vulgaris*
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para DBO
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para DQO
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Coliformes Fecales
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Sólidos Suspendidos
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Cobre
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Zinc
- ❖ Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para pH

Tabla de Técnicas e Instrumentos

TABLA N° 5: Técnicas e instrumentos

CUADRO DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS		
TÉCNICA	INSTRUMENTO	ELEMENTO DE LA POBLACIÓN
Observación Directa	Formato de recolección de datos de Salvinia	Salvinia
Observación Directa	Formato de recolección de datos de Chlorella Vulgaris	Chlorella Vulgaris
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para DBO	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para DQO	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Coliformes Fecales	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Sólidos Suspendidos	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Cobre	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para Zinc	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella
Observación Directa	Formatos de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas para pH	Muestra control, Muestra Salvinia, Muestra Chlorella Vulgaris, Muestra Salvinia y Chlorella

Fuente: Elaboración propia

Procedimientos

Obtención de Muestras

Se siguieron los pasos indicados de manera detallada, para la obtención de muestras, en el protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, documento que es una resolución ministerial del ministerio de vivienda y construcción en el 2013. Para lo cual se tuvieron las siguientes consideraciones.

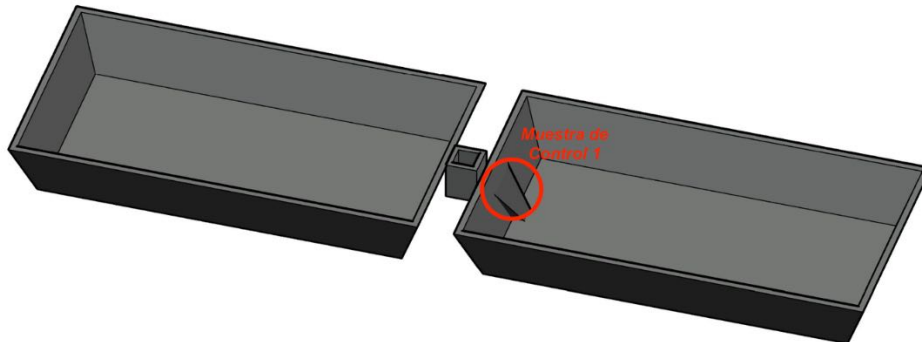
Las muestras por usar fueron recolectadas de la entrada de aguas residuales en la segunda laguna de ambas plantas de tratamiento de aguas residuales. Son aguas tratadas previamente en la laguna primaria. Las aguas recolectadas pasaron por filtros previos que las despojan de materia de dimensiones considerables (bolsas, arena, grava, basura, etc).

Ilustración N° 1: Representación gráfica de PTAR



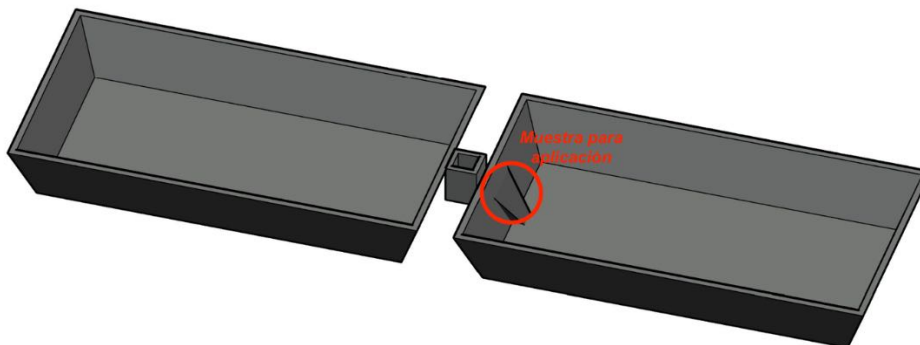
Fuente: Elaboración propia

Ilustración N° 2: Lugar de recojo de Muestra Control 1



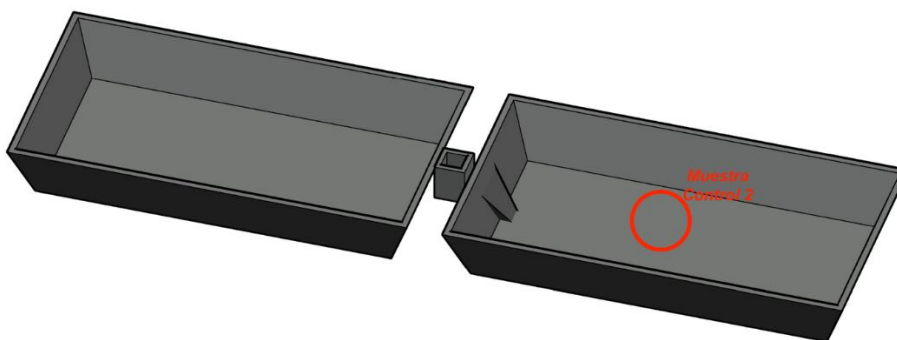
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 3: Lugar de recojo de Muestra para aplicación



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 4: Lugar de recojo de Muestra Control 2



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se realizó la recolección de dos muestras control en diferentes lugares de la laguna, pues las características de cada muestra son diferentes debido al lugar, dentro de la laguna, en el que fueron recolectadas.

Las muestras recolectadas fueron colocadas en envases previamente desinfectados y esterilizados. Para luego ser trasladadas en cajas de almacenamiento térmico con refrigerante (cooler), desde el lugar de recojo (Chiclayo) hasta el lugar de ensayo y aplicación del proyecto (Chachapoyas).

En el caso de la entrega de muestras al laboratorio en el cual se realizarían los ensayos correspondientes, las mismas fueron colocadas en envases esterilizados, transparentes y de color respectivamente para los análisis microbiológicos, de materia orgánica, fisicoquímicos y de metales pesados, los cuales fueron realizados.

Cultivo de Salvinia

Siguiendo ciertos lineamientos de Gómez, B. et al [19].

Se inició el cultivo de salvinia en el laboratorio de fisiología vegetal de la UNTRM. Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Se realizó la adquisición de 20 ramilletes de salvinia.
2. En la recepción se hizo el conteo de hojas por ramillete, el cual fue de 12 – 15 hojas por ramillete.

Ilustración N° 5: Ramillete de Salvinia



Fuente: Elaboración Propia

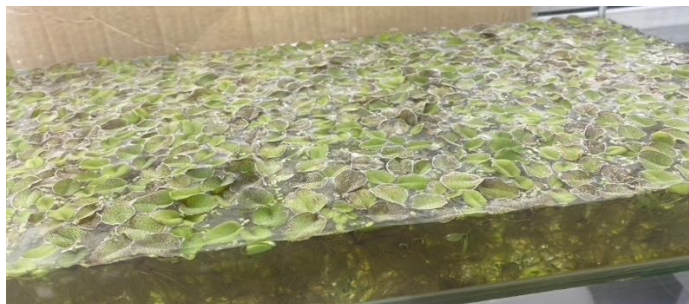
3. Se colocaron los 20 ramilletes en un envase el cual fue colocado en el laboratorio con fotoperiodos de 16/8 horas luz/oscuridad.
4. El cultivo tuvo problemas para su desarrollo en el laboratorio, por lo que se realizó un cambio de locación a un vivero en la misma universidad.

Ilustración N° 6: Cultivo sin problemas



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 7: Cultivo con problemas



Fuente: Elaboración Propia

5. Se colocó la misma cantidad de ramilletes que al inicio (20 ramilletes) en un envase en un vivero, en el cual los fotoperiodos eran los cambios de naturales del día a noche, además no estuvo expuesto a precipitaciones.
6. Se realizó un control diario del estado de las plantas.
7. Pasadas 4 semanas se hizo un conteo de ramilletes totales.

Ilustración N° 8: Cultivo final



Fuente: Elaboración Propia

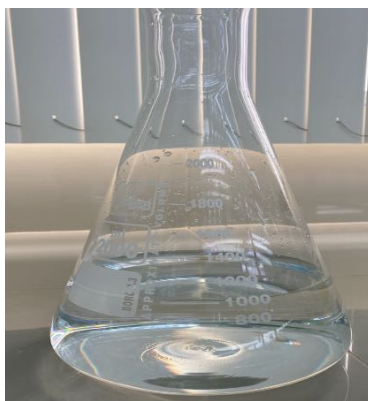
Cultivo de Chlorella Vulgaris

Siguiendo ciertos lineamientos de J. Sandoval, et al [7].

Se inició el cultivo de chlorella vulgaris en el laboratorio de fisiología vegetal de la UNTRM. Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Se adquirió 1 litro de la cepa de chlorella vulgaris de la ONG Aquatic Hope.
2. En la recepción se realizó el conteo celular del cual se obtuvo 3×10^6 cel/ml
3. Se procedió al desdoble, utilizando 1 litro de agua destilada en un matraz de 2 litros de capacidad, el matraz en mención fue esterilizado previamente a su uso.

Ilustración N° 9: Matraz con agua destilada



Fuente: Elaboración Propia

4. Se colocó la cepa en el matraz con el agua destilada y se agregó 2 ml de nutriente Bayfolan Forte por cada 500 ml de contenido, habiendo agregado un total de 8 ml de nutriente.

Ilustración N° 10: 8ml de nutriente Bayfolan Forte



Fuente: Elaboración Propia

5. El matraz fue trasladado al laboratorio en el cual se realizaría el cultivo, estando bajo luz con fotoperiodo de 12/12 horas luz/oscuridad y flujo de aire constante, mediante lámparas y una bomba de aire respectivamente.

Ilustración N° 11: Cultivo de Chlorella Vulgaris



Fuente: Elaboración Propia

6. Se realizó un control de células a las 2 semanas del cultivo, obteniendo 5.43×10^5 cel/ml.
7. Luego se procedió a hacer un desdoble más en dos matraces de 2.000 litros de capacidad.
8. Haciendo una nueva cuenta de ambos cultivos, pasadas 2 semanas, de los cuales en el cultivo 1 se obtuvo 3.25×10^5 cel/ml y en el cultivo 2 se obtuvieron 3.71×10^5 cel/ml.
9. Se realizó la adaptación de la microalga con aguas residuales.
10. Previamente a la aplicación se realizó un último conteo, el cual en el cultivo 1 se obtuvieron 9.09×10^5 cel/ml y en el cultivo 2 se obtuvieron 8.94×10^5 cel/ml.

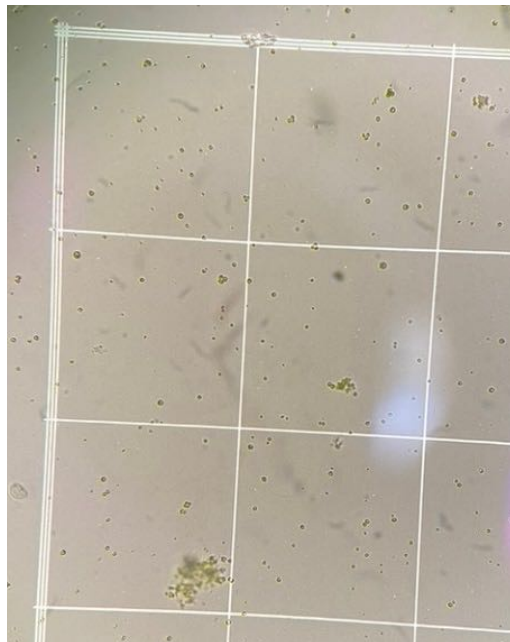
Nota: El conteo de células por mililitro se realizó utilizando la Cámara de Neubauer. El cual se realiza de manera manual utilizando un microscopio y la ya mencionada cámara, usando 20 μm

Ilustración N° 12: Microscopio con Cámara de Neubauer



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 13: Células de Chlorella Vulgaris



Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Salvinia

1. Para empezar la aplicación se realizó previamente un conteo de ramilletes, de los cuales se obtuvo 100 ramilletes de todo el cultivo.
2. Se colocó 25 ramilletes de salvinia para cada muestra de 4.000 litros, una correspondiente a la PTAR de Ferreñafe y otra correspondiente a la PTAR de Pimentel.
3. El tratamiento se realizó durante 7 días, teniendo revisiones diarias del estado de las plantas.

Ilustración N° 14: Ferreñafe Muestra Salvinia día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 15: Pimentel Muestra Salvinia día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 16: Ferreñafe Muestra Salvinia día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 17: Pimentel Muestra Salvinia día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 18: Ferreñafe Muestra Salvinia día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 19: Pimentel Muestra Salvinia día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 20: Ferreñafe Muestra Salvinia día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 21: Pimentel Muestra Salvinia día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 22: Ferreñafe Muestra Salvinia día 5



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 23: Pimentel Muestra Salvinia día 5



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 24: Ferreñafe Muestra Salvinia día 7



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 25: Pimentel Muestra Salvinia día 7



Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Chlorella Vulgaris

1. Para empezar la aplicación se realizó previamente un conteo celular del que se obtuvo 9.09×10^5 cel/ml
2. Se colocó 10% de chlorella vulgaris adaptada equivalente a 0.400 litros y 90% de agua residual equivalente a 3.600 litros para cada muestra, una correspondiente a la PTAR de Ferreñafe y otra correspondiente a la PTAR de Pimentel.
3. El tratamiento se realizó durante 7 días, teniendo revisiones diarias del flujo de aire y de la iluminación.

Ilustración N° 26: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 27: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 28: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 29: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 30: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 31: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 32: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 33: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 34: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 5



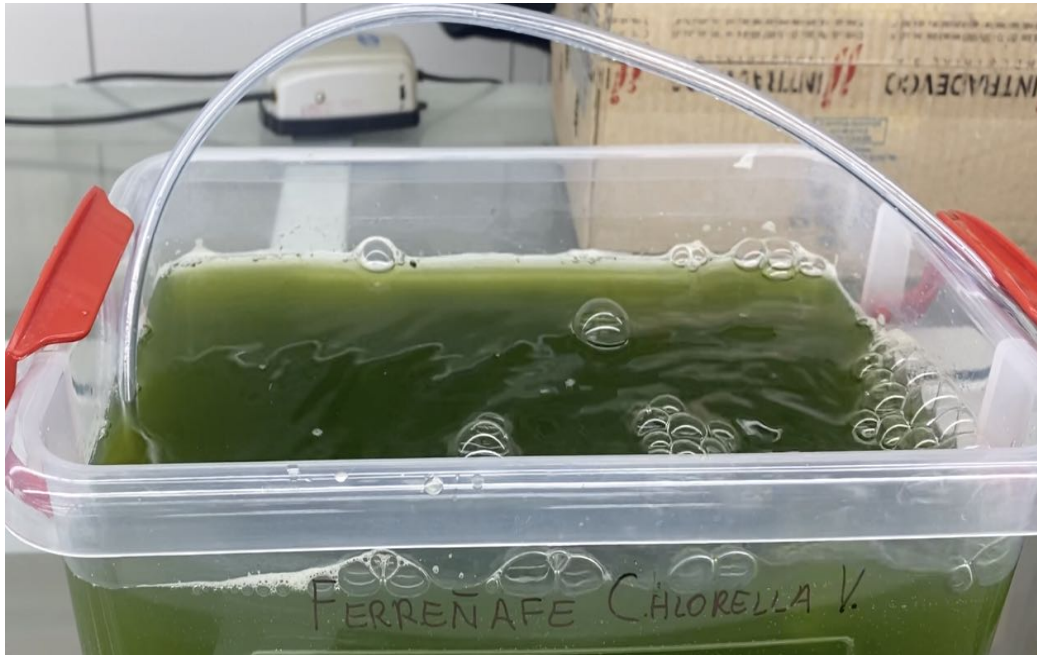
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 35: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 5



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 36: Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris día 7



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 37: Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris día 7



Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Salvinia y Chlorella Vulgaris

Para este tratamiento se empezó con la aplicación de salvinia y luego con la aplicación de chlorella vulgaris, para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

1. Se realizó previamente un conteo de ramilletes, de los cuales se obtuvo 100 ramilletes de todo el cultivo.
2. Se colocó 25 ramilletes de salvinia para cada muestra de 4.000 litros, una correspondiente a la PTAR de Ferreñafe y otra correspondiente a la PTAR de Pimentel.
3. El tratamiento se realizó durante 7 días, teniendo revisiones diarias del estado de las plantas.
4. Se prosiguió con la aplicación de chlorella vulgaris, para lo cual se realizó un conteo de previo de células obteniendo $8,94 \times 10^5$ cel/ml
5. Se agregó 10% de microalga chlorella vulgaris adaptada equivalente a 0.400 litros y 3.600 litros de aguas residuales previamente tratadas con salvinia.
6. El tratamiento inicialmente se planteó para ser realizado por 7 días calendarios más, sin embargo, no se contemplaron los días de feriado festivo, fechas donde el laboratorio no laboraba, por lo que de manera forzada el tratamiento se extendió por 3 días más, teniendo un total de 10 días calendarios de aplicación, tiempo durante el cual la muestras mantuvieron revisiones diarias del flujo de aire y de la iluminación.

Ilustración N° 38: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 39: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 1



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 40: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 41: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 2



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 42: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 43: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 44: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 45: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 4



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 46: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 5



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 47: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 5



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 48: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 8



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 49: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 8



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 50: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 9



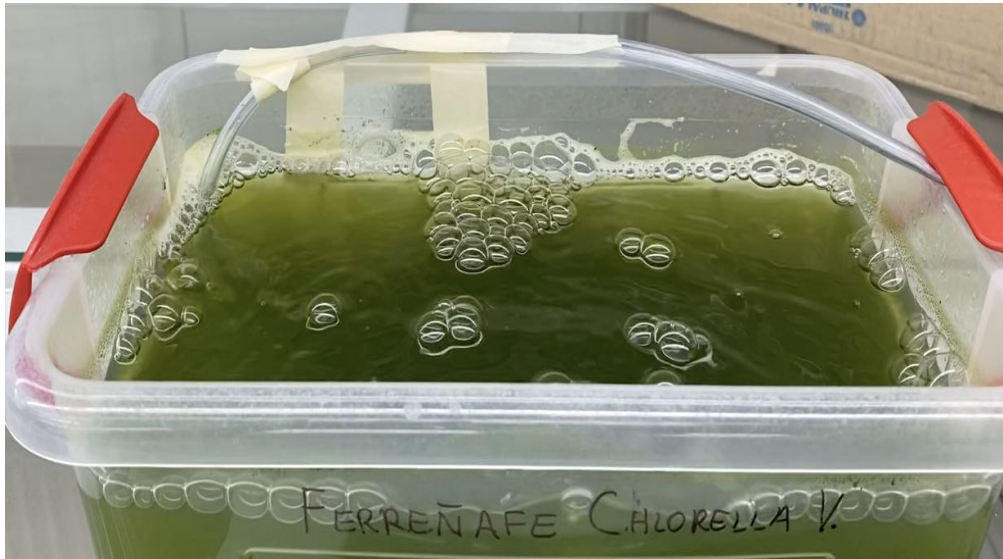
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 51: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 9



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 52: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 10



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 53: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 10



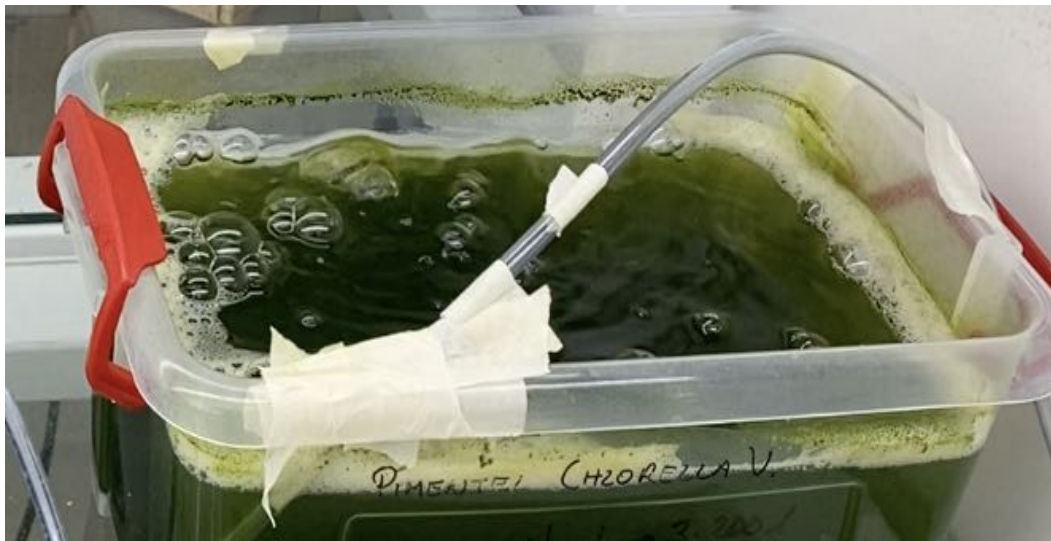
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 54: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 11



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 55: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 11



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 56: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 12



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 57: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 12



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 58: Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 17



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración N° 59: Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris día 17



Fuente: Elaboración Propia

Ensayos

TABLA N° 6: Tabla de Ensayos

ENSAYOS			
ANÁLISIS	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
Microbiológico	Coliformes Termotolerantes	NMP / 100ml	Método 9221 - C; APHA, AWWA, WEF: Procedimiento de NMP para coliformes fecales
Materia Orgánica	DBO	mg / L	Método 8043*; HACH: Dilución
	DQO	mg / L	Método 800*; HACH: Digestión de Reactor
Fisicoquímico	Sólidos Totales Suspendedos	ml / L	Método 2540 B del Sthandar Methods: Sólidos totales secados a 103 - 105 °c
	pH	Unidades de pH	Método 4500 - H+ APHA, AWWA, WEF: Electrodométrico
Metales Pesados	Cobre	mg Cu / L	Método 3120 - B; APHA,AWWA, WEF: Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)
	Zinc	mg Zn / L	Método 3120-B; APHA,AWWA, WEF: Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP)

Fuente: Elaboración Propia

Consideraciones Éticas

La presente investigación corrobora que el contenido del proyecto presentado no supere el 30% de similitud con las fuentes utilizadas en las bases de datos, siendo este el valor mínimo establecido para comprobar la originalidad con respecto a otros trabajos de investigación. Para lo cual se utilizó el software “Turnitin”, confirmando de esta manera que las fuentes bibliográficas fueron citaron de manera cierta empleando la norma IEEE.


Resultados Y Discusión

Resultados

Cultivo de Salvinia

El cultivo de salvinia se realizó de manera favorable y los resultados obtenidos, mostrados a continuación, lo demuestran. Sus hojas se encuentran verdes y sanas con la forma adecuada y con una cantidad considerable por ramillete.

TABLA N° 7: Condiciones Iniciales de Salvinia

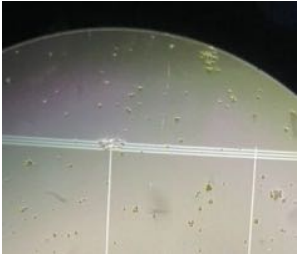
SALVINIA		
	PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
	Temperatura	Ambiente
	Forma	Ovalada
	Humedad	55 % de humedad
	Tamaño	1.5 cm
	Cantidad	25 und / 12 - 15 hojas por ramillete

Fuente: Elaboración Propia

Cultivo de Chlorella Vulgaris

El cultivo de Chlorella Vulgaris se realizó sin inconvenientes, lo que llevó a tener resultados favorables, los cuales se ven expuestos en las siguientes tablas; en cuanto al incremento de células se encuentra dentro de un rango propicio para que realice la función destinada sin problemas.

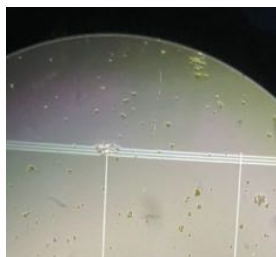
TABLA N° 8: Condiciones Iniciales de Chlorella Vulgaris 1

CHLORELLA VULGARIS (Cultivo N° 01)		
	PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
	Temperatura	24 °C
	Forma	Circular
	Fotoperíodo	12 / 12 horas luz / oscuridad
	Incremento de células	9.09×10^5 cel/ ml
	Ph	6.5 und de pH

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 9: Condiciones Iniciales de *Chlorella Vulgaris* 2

CHLORELLA VULGARIS (Cultivo N° 02)		
PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS	
Temperatura	24 °C	
Forma	Circular	
Fotoperíodo	12 / 12 horas luz / oscuridad	
Incremento de células	8.94 x 10 ⁵ cel / ml	
Ph	6.5 und de pH	



Fuente: Elaboración Propia

Límites máximos permisibles

TABLA N° 10: Límites máximos permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES		
DBO	100	mg / L
DQO	200	mg / L
Coliformes Fecales	10000	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	150	ml / L
Contenido de Cobre	-	mg / L
Contenido de Zinc	-	mg / L
pH	8.5	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración propia

Ferreñafe*Muestra Control 1*

La muestra control 1 expone resultados altos con referencia a los límites máximos permisibles; siendo así que, los sólidos suspendidos sobrepasan en 69% al límite establecido.

TABLA N° 11: Resultados Ferreñafe Muestra Control 1

FERREÑAFE MUESTRA CONTROL 1		
DBO	88.35	mg / L
DQO	138.5	mg / L
Coliformes Fecales	3.6	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	254	ml / L
Contenido de Cobre	0.09	mg / L
Contenido de Zinc	0.06	mg / L
pH	8.67	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración propia

Muestra Control 2

Al igual que la muestra anterior, la muestra control 2 expone resultados altos con referencia a los límites máximos permisibles, sin embargo, el contenido de coliformes fecales sobrepasa por mucho el resultado anterior.

TABLA N° 12: Resultados Ferreñafe Muestra Control 2

FERREÑAFE MUESTRA CONTROL 2		
DBO	77.1	mg / L
DQO	29.68	mg / L
Coliformes Fecales	2302.3	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	155	ml / L
Contenido de Cobre	0.12	mg / L
Contenido de Zinc	0.06	mg / L
pH	8.68	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Salvinia

Los resultados obtenidos en esta muestra son más favorables con referencia a la muestra control 1, mostrando una disminución en todos los parámetros considerados.

TABLA N° 13: Resultados Ferreñafe Muestra Salvinia

FERREÑAFE MUESTRA SALVINIA		
DBO	76.35	mg / L
DQO	72.37	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	228	ml / L
Contenido de Cobre	0.06	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	8.32	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Chlorella Vulgaris

La muestra chlorella vulgaris también muestra una disminución en los valores de los indicadores con referencia a la muestra control 1.

TABLA N° 14: Resultados Ferreñafe Muestra Chlorella Vulgaris

FERREÑAFE MUESTRA CHLORELLA V.		
DBO	72.2	mg / L
DQO	48.92	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	201	ml / L
Contenido de Cobre	0.04	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	8.12	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris

La última muestra por tratar expone una disminución en todos los parámetros por encima de la muestra salvinia y la muestra chlorella vulgaris.

TABLA N° 15: Resultados Ferreñafe Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris

FERREÑAFE MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.		
DBO	61.05	mg / L
DQO	11.2	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	171	ml / L
Contenido de Cobre	0.04	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	8.12	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Pimentel

Muestra Control 1

La muestra control 1 expone resultados altos referente a los límites máximos permisibles; es así como, los sólidos suspendidos son 332.67% mayores al límite establecido.

TABLA N° 16: Resultados Pimentel Muestra Control 1

PIMENTEL MUESTRA CONTROL 1		
DBO	75.45	mg / L
DQO	36.29	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	649	ml / L
Contenido de Cobre	0.07	mg / L
Contenido de Zinc	0.06	mg / L
pH	8.25	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Control 2

Igualmente, que la muestra anterior, la muestra control 2 expone resultados altos con referencia a los límites máximos permisibles.

TABLA N° 17: Resultados Pimentel Muestra Control 2

PIMENTEL MUESTRA CONTROL 2		
DBO	90.25	mg / L
DQO	33.89	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	94	ml / L
Contenido de Cobre	0.12	mg / L
Contenido de Zinc	0.1	mg / L
pH	8.74	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Salvinia

Se observa una disminución en los valores de cada parámetro, siendo el más notable el contenido de zinc.

TABLA N° 18: Resultados Pimentel Muestra Salvinia

PIMENTEL MUESTRA SALVINIA		
DBO	74.8	mg / L
DQO	31.48	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	150	ml / L
Contenido de Cobre	0.05	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	8.22	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Chlorella Vulgaris

La muestra chlorella vulgaris muestra una disminución en los valores de los indicadores con referencia a la muestra control 1, destacando la reducción del contenido de cobre.

TABLA N° 19: Resultados Pimentel Muestra Chlorella Vulgaris

PIMENTEL MUESTRA CHLORELLA V.		
DBO	71.15	mg / L
DQO	24.27	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	120	ml / L
Contenido de Cobre	0.03	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	7.85	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris

La última muestra por tratar expone una disminución en todos los parámetros, obteniendo valores menores a la muestra salvinia y la muestra chlorella vulgaris.

TABLA N° 20: Resultados Pimentel Muestra Salvinia + Chlorella Vulgaris

PIMENTEL MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.		
DBO	60.6	mg / L
DQO	20.06	mg / L
Coliformes Fecales	< 1.80	NMP / 100ml
Sólidos suspendidos	105	ml / L
Contenido de Cobre	0.03	mg / L
Contenido de Zinc	< 0.005	mg / L
pH	7.26	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos en la investigación demuestran la eficiencia de la Salvinia y la Chlorella Vulgaris en los parámetros evaluados, mostrando mejorías de porcentajes significativos con respecto al DBO, DQO, coliformes fecales, sólidos suspendidos, contenido de cobre, contenido de zinc y por último en el pH, los cuales veremos reflejados en forma numérica en tablas de datos, así como también en gráficos comparativos que se presentaran a continuación.

En las tablas 21 y 22 se puede ver de manera numérica la mejora que tuvieron las aguas residuales de cada planta de tratamiento, en las cuales la muestra control representa los valores previos a la aplicación de la propuesta; con lo cual se puede evidenciar que en los tres tratamientos aplicados existe mejora para cada uno de los parámetros medidos.

TABLA N° 21: Muestras de PTAR Ferreñafe

PARÁMETROS	MUESTRA PTAR FERREÑAFE							
	MUESTRA CONTROL		MUESTRA SALVINIA		MUESTRA CHLORELLA VULGARIS		MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.	
DBO	88.35	mg / L	76.35	mg / L	72.2	mg / L	61.05	mg / L
DQO	138.5	mg / L	72.37	mg / L	48.92	mg / L	11.2	mg / L
COLIFORMES FECALES	3.6	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	254	ml / L	228	ml / L	201	ml / L	171	ml / L
CONTENIDO DE COBRE	0.09	mg / L	0.06	mg / L	0.04	mg / L	0.04	mg / L
CONTENIDO DE ZINC	0.06	mg / L	< 0.005	mg / L	< 0.005	mg / L	< 0.005	mg / L
pH	8.67	Unidades de Ph	8.32	Unidades de Ph	8.12	Unidades de Ph	8.12	Unidades de Ph

Fuente: Elaboración propia

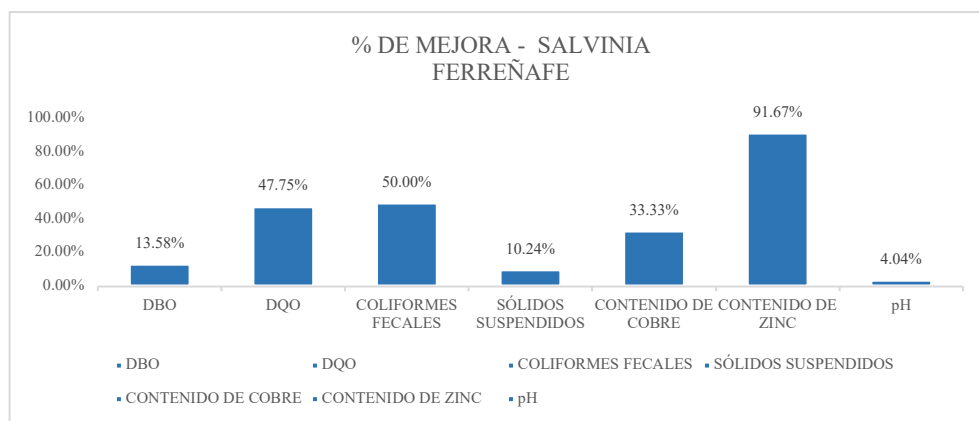
TABLA N° 22: Muestras de PTAR Pimentel

MUESTRA PTAR PIMENTEL								
PARÁMETROS	MUESTRA CONTROL		MUESTRA SALVINIA		MUESTRA CHLORELLA VULGARIS		MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.	
DBO	75.45	mg / L	74.8	mg / L	71.15	mg / L	60.6	mg / L
DQO	36.29	mg / L	31.48	mg / L	24.27	mg / L	20.06	mg / L
COLIFORMES FECALES	< 1.80	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml	< 1.80	NMP / 100ml
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	649	ml / L	150	ml / L	120	ml / L	105	ml / L
CONTENIDO DE COBRE	0.07	mg / L	0.05	mg / L	0.03	mg / L	0.03	mg / L
CONTENIDO DE ZINC	0.06	mg / L	< 0.005	mg / L	< 0.005	mg / L	< 0.005	mg / L
pH	8.25	Unidades de Ph	8.22	Unidades de Ph	7.85	Unidades de Ph	7.26	Unidades de Ph

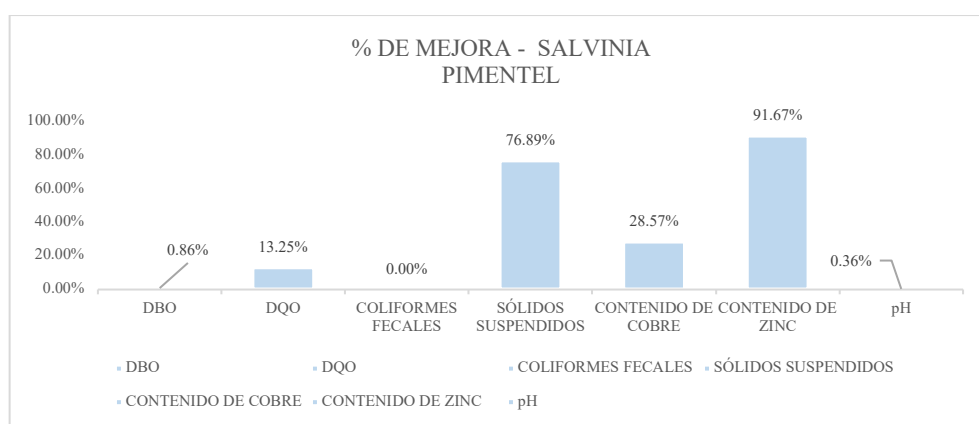
Fuente: Elaboración propia

En cada aplicación se presentan 2 gráficos de resultados, uno referido a la PTAR de Ferreñafe y el otro a la PTAR de Pimentel.

Aplicación de *Salvinia*

GRÁFICO N° 1: Porcentaje de mejora – *Salvinia* - Ferreñafe

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 2: Porcentaje de mejora – *Salvinia* - Pimentel

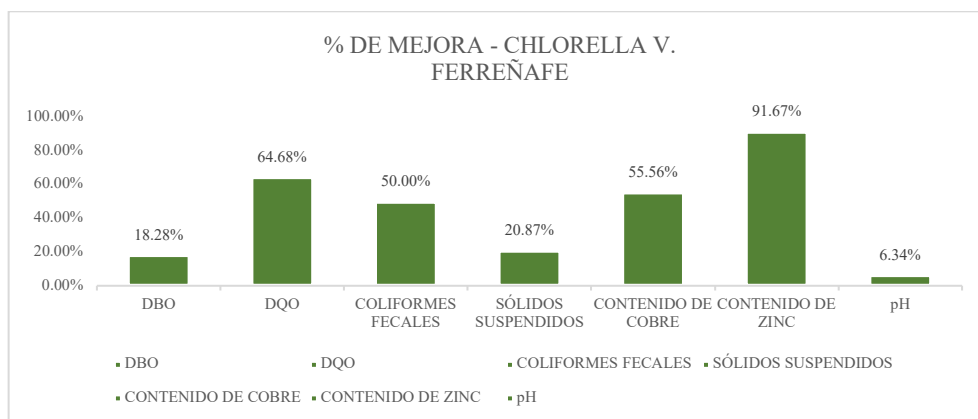
Fuente: Elaboración propia

El primer gráfico correspondiente a la aplicación de *Salvinia* en las aguas residuales de la PTAR de Ferreñafe presenta una mejora en cada uno de los parámetros evaluados, teniendo mayor impacto en el contenido de DQO (47.75%), coliformes fecales (50%) y contenido de zinc (91.67%), estos porcentajes están referidos a los valores obtenidos de la muestra control.

Con respecto de la aplicación de *Salvinia* en las aguas residuales de la PTAR de Pimentel, representado por el segundo gráfico, se observa que los parámetros que presentan una mejora significativa son los sólidos suspendidos (76.89%), contenido de cobre (25.57%) y el contenido de zinc (91.67%); con respecto a la evolución de 0.00% en los coliformes fecales, la muestra control arrojó resultados muy bajos en este parámetro (<1.80 NMP/100ml).

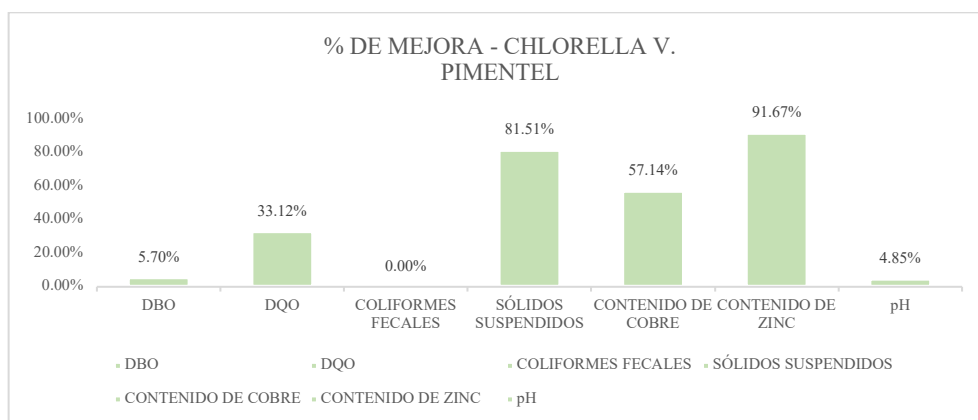
Aplicación de Chlorella Vulgaris

GRÁFICO N° 3: Porcentaje de mejora – *Chlorella Vulgaris* - Ferreñafe



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4: Porcentaje de mejora – *Chlorella Vulgaris* - Pimentel



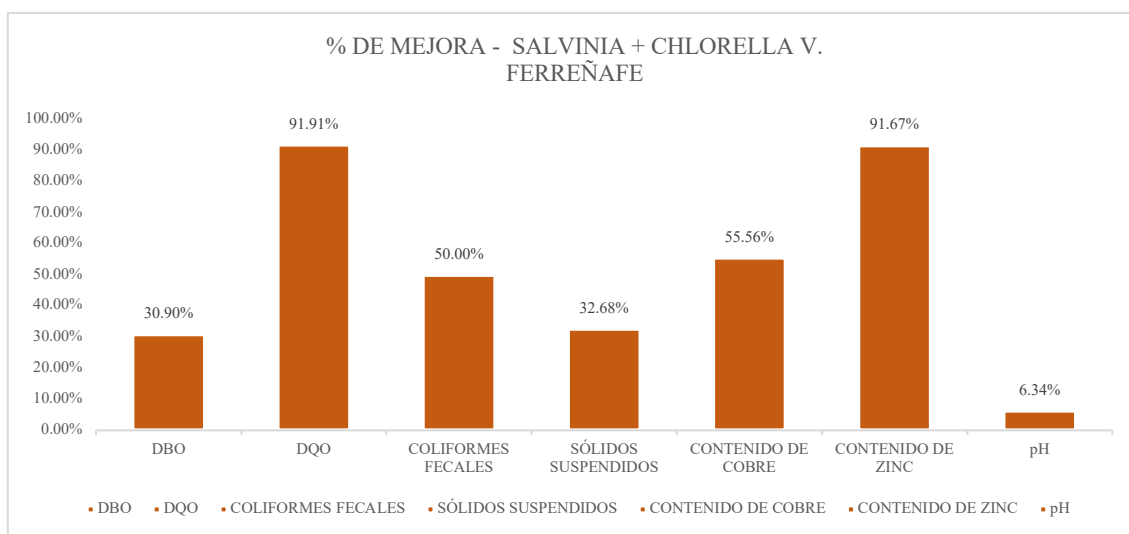
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico número 1, el cual corresponde a la aplicación de *Chlorella Vulgaris* en las aguas residuales de la PTAR de Ferreñafe, se evidencia una mejora en cada uno de los parámetros evaluados, sin embargo, se observa un mayor impacto en el contenido de DQO (64.68%), coliformes fecales (50%), contenido de cobre (55.56%) y por último contenido de zinc (91.67%), estos porcentajes están referidos a los valores obtenidos de la muestra control.

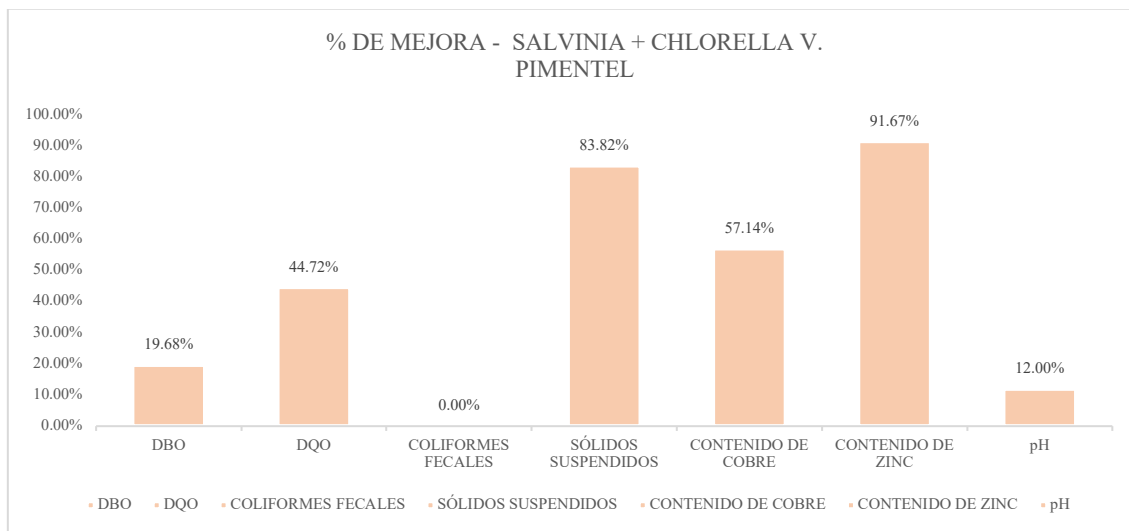
Con respecto de la aplicación de *Chlorella V.* en las aguas residuales de la PTAR de Pimentel, representado por el gráfico número 2, se observa que los parámetros que presentan una mejora significativa son los sólidos suspendidos (81.52%), contenido de cobre (57.14%) y el contenido de zinc (91.67%); con respecto a la evolución de 0.00% en los coliformes fecales significa que la muestra control arrojó resultados muy bajos en este parámetro (<1.80 NMP/100ml), por ende los resultados de aplicación también se encuentran por debajo de ese rango

Aplicación de Salvinia + Chlorella Vulgaris

GRÁFICO N° 5: Porcentaje de mejora – *Salvinia + Chlorella Vulgaris* - Ferreñafe



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 6: Porcentaje de mejora – *Salvinia + Chlorella Vulgaris* - Pimentel

Fuente: Elaboración propia

El primer gráfico correspondiente a la aplicación de *Salvinia + Chlorella Vulgaris* en las aguas residuales de la PTAR de Ferreñafe todos parámetros evaluados presentan mejoras significativas, siendo más notorio en el contenido de DQO (91.91%), coliformes fecales (50%), contenido de cobre (55.56%) y contenido de zinc (91.67%), estos porcentajes están referidos a los valores obtenidos de la muestra control.

Con respecto de la aplicación de *Salvinia + Chlorella V.* en las aguas residuales de la PTAR de Pimentel, ilustrado en el segundo gráfico, se observa que los parámetros que presentan una mejora significativa son los sólidos suspendidos (83,82%), contenido de cobre (57.14%) y el contenido de zinc (91.67%); con respecto a la evolución de 0.00% correspondiente a los coliformes fecales, evidencia que la muestra control arrojó resultados muy bajos en este parámetro, menores a 1.80 NMP/100ml)

Adicionalmente se presentan las tablas 23 y 24 en la cuales se ve el porcentaje de mejora de las aguas residuales que gozaron de las aplicaciones en comparación con la muestra control 2 que no tuvo tratamiento alguno.

TABLA N° 23: Porcentaje de reducción - Ferreñafe

% DE REDUCCIÓN CON RESPECTO A LA MUESTRA CONTROL 1 - FERREÑAFE				
PARÁMETROS	MUESTRA CONTROL 2	MUESTRA SALVINIA	MUESTRA CHLORELLA V.	MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.
DBO	12.73%	13.58%	18.28%	30.90%
DQO	78.57%	47.75%	64.68%	91.91%
COLIFORMES FECALES	-	50.00%	50.00%	50.00%
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	38.98%	10.24%	20.87%	32.68%
CONTENIDO DE COBRE	-	33.33%	55.56%	55.56%
CONTENIDO DE ZINC	0.00%	91.67%	91.67%	91.67%
pH	-	4.04%	6.34%	6.34%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 24: Porcentaje de reducción - Pimentel

% DE REDUCCIÓN CON RESPECTO A LA MUESTRA CONTROL 1 - PIMENTEL				
PARÁMETROS	MUESTRA CONTROL 2	MUESTRA SALVINIA	MUESTRA CHLORELLA V.	MUESTRA SALVINIA + CHLORELLA V.
DBO	-	0.86%	5.70%	19.68%
DQO	6.61%	13.25%	33.12%	44.72%
COLIFORMES FECALES	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	85.52%	76.89%	81.51%	83.82%
CONTENIDO DE COBRE	-	28.57%	57.14%	57.14%
CONTENIDO DE ZINC	-	91.67%	91.67%	91.67%
pH	-	0.36%	4.85%	12.00%

Fuente: Elaboración propia

En las tablas presentadas se puede ver el comportamiento tradicional del agua residual al no ser tratada con plantas macrófitas o microalgas, que resulta demostrar una disminución menor en comparación a los porcentajes obtenidos de las aguas sometidas a las aplicaciones.

Discusión

De acuerdo con [20], la microalga *Chlorella Vulgaris* eliminó contaminantes como la DQO en un 62.30%; de igual forma [21] microalga logró reducir en un 59% el contenido del parámetro ya mencionado; con lo cual dentro de esta investigación se observa una reducción del mismo indicador en la PTAR de Ferreñafe de 64.68% y en la PTAR de 33.12%.

Por otro lado [22] nos dice que existen reportes de la acción de la *Chlorella V.* como biorremediador de Pb hasta de 46.01%. Teniendo en cuenta este antecedente, se puede

comprobar con los resultados obtenidos que superan el 50% en la disminución del contenido de cobre y zinc para las aguas residuales de las dos plantas de tratamiento evaluadas.

Con relación al tratamiento de aguas residuales con *Salvinia*, se tiene referencia de [23] que han obtenido resultados alentadores en cuanto a los SST y DQO. Esto se ve reflejado en los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que, se obtuvo una reducción de 10.24% (PTAR Ferreñafe) y 76.89% (PTAR Pimentel) en los SST, asimismo se observó un descenso en el contenido de DQO de 47.75% y 13.25% para la PTAR de Ferreñafe y Pimentel respectivamente.

Del mismo modo, [24] menciona la capacidad de fitorremediación de la *Salvinia* con respecto a la eliminación de metales pesados, esto es comprobado con la reducción en el contenido de cobre y zinc en las aguas residuales de las dos plantas de tratamiento.

[25] concluye de su investigación que la *salvinia* logró una mejora en la calidad de las aguas residuales tratadas, logrando llegar a un límite permisible para que estas puedan ser descargadas en cuerpos de agua naturales. Teniendo en cuenta este antecedente, se puede verificar con la presente investigación la limpieza realizada por la planta macrófita en las aguas residuales tratadas.

En [26] podemos observar como un tratamiento en serie, realizado por varias plantas macrófitas, resulta en una reducción de las concentraciones de DBO y DQO presentes en las aguas residuales. Trasladando este resultado a la presente investigación, esto se ve reflejado en la disminución superior al 10% de estos parámetros en las 4 muestras donde la *Salvinia* fue partícipe del tratamiento.

En la investigación de [27], en la cual usaron Jacintos de agua, lograron demostrar la capacidad que tiene este para eliminar el contenido de nitrógeno y fósforo presentes en las aguas residuales evaluadas. Adicionando a esto los resultados obtenidos por parte de la *Salvinia* en la presente investigación, se puede confirmar la capacidad de fitorremediación que tienen las plantas macrófitas.

Conclusiones

- ❖ El tratamiento de aguas residuales con plantas macrófitas y microalgas resulta ser una solución eco amigable que deja muy buenos resultados en la reducción de los parámetros medidos.
- ❖ Luego de realizar los cultivos de *Salvinia* y *Chlorella Vulgaris* se obtuvieron 100 ramilletes de la planta macrófita con 15 hojas por ramilletes, en el caso de la microalga se obtuvieron 2 cultivos finales con 9.09×10^5 cel / ml y 8.94×10^5 cel / ml respectivamente.
- ❖ Con respecto a los parámetros medidos en cada planta de tratamiento en la muestra control 1, los resultados obtenidos fueron menores que los límites máximos permisibles, lo que demuestra el funcionamiento de cada planta de tratamiento.
- ❖ En el caso de los parámetros medidos luego de aplicar *Salvinia* en las aguas residuales recolectadas de ambas plantas de tratamiento se obtienen valores por debajo de la muestra control 1 en cada una de ellas, lo que representa la efectividad de la planta macrófita y la microalga, aplicadas por separado y en serie.

Recomendaciones

- ❖ Luego de terminar el proceso de cultivo de la planta macrófita *Salvinia*, para futuras investigaciones, se recomienda tener un especial cuidado en el fotoperiodo asignado, así sea de manera controlada, ya que demostró tener un especial comportamiento con respecto a luz.
- ❖ Después de medir 7 parámetros, se recomienda analizar más de estos para determinar la efectividad de las plantas macrófitas y microalgas en otros aspectos.
- ❖ Al finalizar las aplicaciones de *Salvinia*, *Chlorella Vulgaris* y *Salvinia + Chlorella Vulgaris*, en especial la última en mención, además de haber realizado una valoración de costos se recomienda instalar una planta de pretratamiento entre la primera y la segunda laguna de estabilización.

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas. “Agua Limpia y Saneamiento: Por qué es importante”, Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>. (acceso: 20 de abril de 2022)
- [2] K. Alvarado Pérez, “Influencia del uso de Lemna Minor en el tratamiento de la contaminación orgánica de los efluentes industriales de Cotexsur, Lurin, 2017”, Tesis de Maestría, Escuela de Post Grado, Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1499>
- [3] D. Saranya, S. Shanthakumar “Green microalgae for combined sewage and tannery effluent treatment: Performance and lipid accumulation potential”, *Journal of Environmental Management*, vol. 241, pp. 167-178, abril 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.031>. Acceso: abril 2022
- [4] Rosmery Ayala, Edith Calderón, Jesús Rascón y Roicer Collazos, “Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies Eichhornia crassipes, Nymphoides humboldtiana y Nasturtium officinale”, *Revista de investigación agro producción sustentable*, vol. 2, n° 3, pp. 47-539, octubre 2018. [En línea]. Disponible en: <https://doi.10.5281/zenodo.3946755>. Acceso: abril 2022.
- [5] SUNASS, Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, 2° ed. Lima: Sin Editorial, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/1f40y>.
- [6] Óscar Pastor (2019). OTASS Reutilización de Aguas Residuales. [Presentación de PowerPoint]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3838>
- [7] J. Sandoval Herrera, B. Malo Malo, J. Cartagena Arévalo y D. Rubio Fernández, “Evaluación a nivel laboratorio de la capacidad de remoción de materia orgánica de Chlorella Vulgaris en las aguas residuales de la PTAR Salitre”, *Mutis*, vol. 8, n° 1, pp. 34-42, julio 2018. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.21789/22561498.1368>. Acceso: abril 2022.

[8] M. Ramírez Loreto, E. Del Ángel Meraz, M. Pantoja Castro, M. Rivera Ruedas y A. Cruz Pérez, “Capacidad fitorremediadora de plantas acuáticas, la *Salvinia Auriculata* y la *Eichhornia Crassipes* para tratamiento de agua residuales”, *Rinderesu*, vol. 5, n° 1, pp. 76-89, junio 2020. [En línea]. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/66>. Acceso: abril 2022.

[9] Dian Xie, Xiaowei Ji, Youcai Zhou, Jingxuan Dai, Yongjin He, Han Sun, Zheng Guo, Yi Yang, Xing Zheng, Bilian Chen. “*Chlorella vulgaris* cultivation in pilot-scale to treat real swine wastewater and mitigate carbon dioxide for sustainable biodiesel production by direct enzymatic transesterification”, *Bioresource Technology*, vol. 349, febrero 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126886>

[10] Rongxue Cui, Sun-Hwa Nam, Youn-Joo An, “*Salvinia natans*: A potential test species for ecotoxicity testing”, *Environmental Pollution*, vol. 267, septiembre 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115650>

[11] Kristel Castillo Loría, Julia Emiliani, Claudia Daniela Bergara, María Sol Herrero, Lucas Matías Salvatierra, Leonardo Martín Pérez, “Effect of daily exposure to Pb-contaminated water on *Salvinia biloba* physiology and phytoremediation performance”, *Aquatic Toxicology*, febrero 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.02.019>

[12] G. Carrillo Niquete, “Evaluación de *Salvinia mínima Baker* como potencial acumulador de Cu y Zn de agua residual porcina: efectos fisiológicos, morfológicos y de crecimiento”, Tesis de Maestría, Escuela de Post Grado, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Yucatán, México, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/433>

[13] J. Chambi Rodríguez, “Remoción óptima de coliformes fecales por la microalga *Chlorella Vulgaris* del río Torococha en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales de las ciudades de Juliaca y Puno”, Tesis de Pregrado, Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/5051>

[14] *Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento SO.090 – 2006.

[15] *Decreto Supremo N° 003-2010*, Ministerio del Ambiente – 2010.

- [16] *Decreto Supremo N° 004-2017*, Ministerio del Ambiente – 2017.
- [17] *Resolución Ministerial N° 273-2013*, Ministerio de Vivienda – 2013.
- [18] B. Dhir, *Phytoremediation: Role of Aquatic Plants in Environmental Clean-Up*, India: Springer India, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-81-322-1307-9>
- [19] Bárbara M. Gómez, Valeria Rodríguez Salemi, Carlos Gómez1 y Laura de Cabo, “Remoción de cromo hexavalente empleando *Salvinia minima* bajo condiciones controladas de laboratorio”, *Encuentro de Investigadores*, octubre 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_97.pdf
- [20] H. Hu, X. Li, S. Wu, and C. Yang, “Sustainable livestock wastewater treatment via phytoremediation: Current status and future perspectives,” *Bioresource Technol*, vol. 315, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123809>
- [21] S. Dayana Priyadharshini, P. Suresh Babu, S. Manikandan, R. Subbaiya, M. Govarthanan, and N. Karmegam, “Phycoremediation of wastewater for pollutant removal: A green approach to environmental protection and long-term remediation,” *Environmental Pollution*, vol. 290, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117989>
- [22] M. Danouche, N. El Ghachtouli, A. El Baouchi, and H. El Arroussi, “Heavy metals phycoremediation using tolerant green microalgae: Enzymatic and non-enzymatic antioxidant systems for the management of oxidative stress,” *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 8, no. 5, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104460>
- [23] S. S. Chan, K. S. Khoo, K. W. Chew, T. C. Ling, and P. L. Show, “Recent advances biodegradation and biosorption of organic compounds from wastewater: Microalgae-bacteria consortium - A review,” *Bioresource Technology*, vol. 344, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126159>
- [24] H. M. Mustafa and G. Hayder, “Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 12, no. 1, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.009>

[25] H. M. Mustafa and G. Hayder, "Cultivation of *S. molesta* plants for phytoremediation of secondary treated domestic wastewater," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 12, no. 3, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.11.028>

[26] A. Parihar and P. Malaviya, "Textile wastewater phytoremediation using *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. assisted by novel bacterial consortium in a two-step remediation system," *Environmental Research*, vol. 221, p. 115307, Mar. 2023, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2023.115307>

[27] H. Qin *et al.*, "Responses of phytoremediation in urban wastewater with water hyacinths to extreme precipitation," *Journal Environmental Management*, vol. 271, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110948>




Anexos

ANEXO N° 1: Matriz de consistencia

APLICACIÓN DE SALVINIA Y CHLORELLA VULGARIS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR DE PUEBLO NUEVO, FERREÑAFE, LAMBAYEQUE					
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
	Objetivo General		Variables Independientes		
	Determinar la influencia del uso de la Salvinia y la Chlorella Vulgaris en el tratamiento de aguas residuales en la PTAR de Pueblo Nuevo, Ferreñafe, Lambayeque			Temperatura Forma Humedad Tamaño Cantidad	Técnica Observación Directa Instrumento
	Objetivos Específicos				
	Determinar las características iniciales de la Salvinia y la Chlorella Vulgaris.	La planta macrófita Salvinia y la microalga Chlorella Vulgaris serán capaces de remover metales pesados como el Cobre (Cu) y el Zinc (Zn), reducir los coliformes fecales, además de mejorar la calidad del agua, en un tiempo reducido, lo cual se verá reflejado en el informe de laboratorio luego de realizar la medición de los parámetros que serán verificados en la muestra de agua residual proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ferreñafe la cual se encuentra en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.	Planta Macrófita Salvinia Microalga Chlorella Vulgaris	Temperatura Forma Fotoperíodo Incremento de células Ph	Formato de recolección de datos de Salvinia Formato de recolección de datos de Chlorella Vulgaris
¿Cómo influye el uso de la salvinia y la chlorella vulgaris en el tratamiento de aguas residuales en la PTAR de Pueblo Nuevo, Ferreñafe, Lambayeque?	Analizar la muestra de agua residual con parámetros químicos, físicos y microbiológicos previo a aplicar las microalgas y las plantas macrófitas.		Variable dependiente	DBO DQO	Técnica Observación Directa Instrumento
	Analizar la muestra de agua residual con parámetros químicos, físicos y microbiológicos después de aplicar las microalgas y las plantas macrófitas.			Coliformes Fecales Sólidos suspendidos	
	Evaluar la capacidad de las microalgas y de las plantas macrófitas en conjunto para la purificación de aguas residuales, al medir los parámetros químicos, físicos y microbiológicos del agua residual.		Remoción de metales pesados como Cobre y Zinc y coliformes fecales	Contenido de Cobre Contenido de Zinc pH	Formato de resultados de ensayos de laboratorio post aplicación de microalgas y plantas macrófitas
	Realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de cada muestra				
	Realizar un análisis de costo para el tratamiento de 1 m ³ de agua residual				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3: Resultados de Laboratorio

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22
INFORME DE ENSAYO			Página: 01	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1648		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	domingo, 16 de octubre de 2022	12:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 17 de octubre de 2022	10:05:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 17 de octubre de 2022	04:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:15:22 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	FMCI		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascon Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	8.67
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	254.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043, HACH Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	88.35
D.Q.O.	Método 7000, HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	138.50
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C, APHA, AWWA, WEF; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	3.6
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.090
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	0.060
R. E. = Resolución Equipo. L. D = Límite mínimo de detección del método U.D = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma Internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: Am

Recibi Conforme:
Nombre:
DNE:
Fecha y Hora:



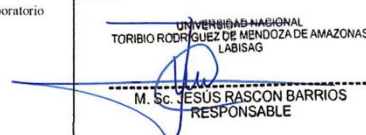
Firma de Conformidad

Calle Higuera 2542-350-350 - Calle Universidad N° 300 - Chiclayo - Amazonas - Peru
labisag@untra.edu.pe / labisag@datos.untra.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página 1

ANEXO N° 4: Resultados de Laboratorio

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22
INFORME DE ENSAYO			Página: 01	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1650		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML. 01 FRASCO OSCURO DE 500ML. 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	domingo, 23 de octubre de 2022	12:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 24 de octubre de 2022	10:53:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 24 de octubre de 2022	04:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:28:53 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	FMC2		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascon Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF	pH	0.02	8.68
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF	mg/L	-	155.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043; HACH; Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	77.10
D.Q.O.	Método 7000; HACH; Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	29.68
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10-7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	2302.3
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.120
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	0.060
R. E. = Resolución Equipo. L. D. = Límite mínimo de detección del método. U.D. = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: An




Recibí Conforme:
Nombre: _____
DNI: _____
Fecha y Hora: _____
Firma de Conformidad

Calle Higos Tiro Nº342-350-356 - Calle Universidad N°204 - Chiclayo - Amazonas - Perú
labisag@unm.edu.pe / labisag@datos.unm.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página 1

ANEXO N° 5: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
		INFORME DE ENSAYO		Página: 01
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1643		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	lunes, 24 de octubre de 2022 12:00:00 p.m.		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 24 de octubre de 2022 10:05:00 a.m.		
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 24 de octubre de 2022 04:00:00 p.m.		
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022 01:03:14 p.m.		
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	FMS		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. SC. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H+ , APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	832
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D, APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	228.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043, HACHÉ, Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	76.35
D.Q.O.	Método 7000, HACHÉ, Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	72.37
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 -7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C, APHA, AWWA, WEF, Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF, Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.060
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF, Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R.E. = Resolución Equipo; L. D = Límite máximo de detección del método; U.D = Unidad de Medida; MD = Área de Análisis Microbiológico; FQ = Área de Análisis Físicoquímico; EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC. AG.

Recibí Conforme:

Nombre:

DNI




Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Hijos Uco N°342-350-355 - Calle Universitaria N°301 - Chiclayo - Amazonas - Perú
labisag@unam.edu.pe / labisag@unam.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

ANEXO N° 6: Resultados de Laboratorio

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22
INFORME DE ENSAYO			Página: 01	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1645		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH			
TELÉFONO	931989430			
E-MAIL	lopezpulce@gmail.com			
DIRECCIÓN	JR. RECREO N° 637			
RUC / DNI	60853042			
REFERENCIA	CHCLAYO			
PROCEDENCIA	FERREÑAFE Y PIMENTEL			
PRESENTACIÓN	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML			
MUESTREADO POR	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH			
FECHA Y HORA DE COLECTA	Lunes, 24 de octubre de 2022		11:00:00 a.m	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	Lunes, 24 de octubre de 2022		10:05:00 a.m	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	Lunes, 24 de octubre de 2022		04:00:00 p.m	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	jueves, 17 de noviembre de 2022		02:13:29 p.m	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	FMCHV			
TIPO DE AGUA	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL			
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	FQ, MB y MP			
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESÚS RASCÓN BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	8.12
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	201.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE BIOTURBACIÓN				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043; HACH; Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	72.20
D.Q.O.	Método 7000; HACH; Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	48.92
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF; Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.040
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF; Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R.E. = Resolución Equipo. L. D. = Límite mínimo de detección del método. U.D. = Unidad de Medida. MB=Área de Análisis Microbiológico. FQ= Área de Análisis Físicoquímico. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: An




Recibí Conforme:
Nombre: _____
DNI: _____
Fecha y Hora: _____

Firma de Conformidad

Calle Haya Uca N°342-350-356 - Calle Universidad N°301 - Chachapoya - Amazonas - Perú
labirag@unam.edu.pe / labirag@unam.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

ANEXO N° 7: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
INFORME DE ENSAYO		Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1685		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	jueves, 03 de noviembre de 2022	09:40:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	jueves, 03 de noviembre de 2022	08:35:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	jueves, 10 de noviembre de 2022	10:50:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:29:44 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	FMSCHV		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESÚS RASCÓN BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF	pH	0.02	8.12
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF	mg/L	-	171.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043, HACH, Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	61.05
D.Q.O.	Método 7009, HACH, Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	11.20
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Numero Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,065	0.040
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R. E. = Resolución Equipo. L. D. = Límite mínimo de detección del método. U.D. = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: An



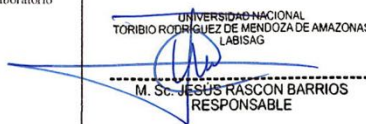
Recibí Conforme:
Nombre: _____
DNI: _____
Fecha y Hora: _____ Firma de Conformidad

Calle Higos Tiro N° 242-350-356 - Calle Universidad N° 306 - Chiclayo - Amazonas - Peru
labisag@unam.edu.pe / labisag@info.unam.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página 1

ANEXO N° 8: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
	INFORME DE ENSAYO		Página: 01	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1649		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML. 01 FRASCO OSCURO DE 500ML. 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	domingo, 16 de octubre de 2022	12:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 17 de octubre de 2022	10:05:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 17 de octubre de 2022	04:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:16:04 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	PMCI		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESÚS RASCÓN BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	8.25
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	649.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043, HACH, Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	75.45
D.Q.O.	Método 7000, HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	36.29
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 -7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C, APHA, AWWA, WEF; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100ml.	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.070
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	0.060
R. E. = Resolución Equipo. L. D. = Límite mínimo de detección del método U.D. = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma Internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: An



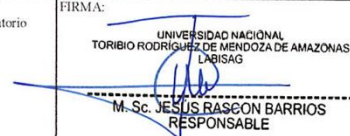
Recibí Conforme:
Nombre: _____
DNI: _____
Fecha y Hora: _____ Firma de Conformidad

Calle Héroes Tropa N°342-350-356 - Calle Universidad N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@unm.edu.pe / labisag@info.unm.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página 1

ANEXO N° 9: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
INFORME DE ENSAYO		Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1646		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRANSLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	domingo, 23 de octubre de 2022	12:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 24 de octubre de 2022	10:05:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 24 de octubre de 2022	04:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:14:08 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	PMC2		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
AREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascon Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF	pH	0.02	8.74
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF	mg/L	-	94.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043, HACH Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	90.25
D.Q.O.	Método 7000, HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	33.89
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.120
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	0.100
R. E. = Resolución Equipo; L. D. = Límite mínimo de detección del método; U. D. = Unidad de Medida; MB=Área de Análisis Microbiológico; FQ= Área de Análisis Físicoquímico; EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma Internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC: An




Recibí Conforme:
Nombre:
DNI:
Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Higua Ucca N°342-350-356 - Calle Universitario N°208 - Chiclayo - Amazonas - Perú
labisag@unam.edu.pe / labisag@unam.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

ANEXO N° 10: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
INFORME DE ENSAYO		Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1647		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML		
	:	01 FRASCO OSCURO DE 500ML		
	:	02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
PRESENTACIÓN	:			
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	12:00:00 p.m	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	10:05:00 a.m	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	04:00:00 p.m	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:14:53 p.m	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	PMS		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESÚS RASCÓN BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGRGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	8.22
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	150.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043; HACH Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	74.80
D.Q.O.	Método 7000; HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	31.48
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221 - C; APHA, AWWA, WEF. Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0,050
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R. E. = Resolución Equipo. L. D = Límite mínimo de detección del método. U.D = Unidad de Medida. MB=Área de Análisis Microbiológico. FQ= Área de Análisis Físicoquímico. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce




CC-Am

Recibi Conforme:
Nombre:
DNI:
Fecha y Hora:
Firma de Conformidad

Calle Hijos Uva N°342-350-356 - Calle Universidad N°200 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labirag@unm.edu.pe / labirag@unm.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

ANEXO N° 11: Resultados de Laboratorio

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22
INFORME DE ENSAYO			Página: 01	
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1644		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
PRESENTACIÓN	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML 01 FRASCO OSCURO DE 500ML 02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	lunes, 24 de octubre de 2002	11:00:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	lunes, 24 de octubre de 2022	10:05:00 a.m.	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	lunes, 24 de octubre de 2022	04:00:00 p.m.	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:12:39 p.m.	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	PMCHV		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M-SC. JESÚS RASCON BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	7.85
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	120.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043; HACH; Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	71.15
D.Q.O.	Método 7000; HACH; Digestion de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	24.27
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 -7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF. Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0.030
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R. E. = Resolución Equipo. L. D = Límite mínimo de detección del método. U.D = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EEA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CC An

Recibí Conforme:

Nombre:

DNI:




Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Calle Higua Ucca N°342-350-356 - Calle Universidad N°200 - Chiclayo - Amazonas - Perú
labirag@unam.edu.pe / labirag@unam.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

ANEXO N° 12: Resultados de Laboratorio

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 03 09/05/22	
INFORME DE ENSAYO		Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LAB22-AA-1647		
DATOS GENERALES				
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
TELÉFONO	:	931989430		
E-MAIL	:	lopezpulce@gmail.com		
DIRECCIÓN	:	JR. RECREO N° 637		
RUC / DNI	:	60853042		
REFERENCIA	:	CHICLAYO		
PROCEDENCIA	:	FERREÑAFE Y PIMENTEL		
	:	01 FRASCO TRASLUCIDO DE 500ML		
	:	01 FRASCO OSCURO DE 500ML		
	:	02 FRASCO ESTERILIZADO DE 100ML		
PRESENTACIÓN	:			
MUESTREADO POR	:	LOPEZ PULCE DORIS ELISABETH		
FECHA Y HORA DE COLECTA	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	12:00:00 p.m	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	10:05:00 a.m	
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	:	Lunes, 24 de octubre de 2022	04:00:00 p.m	
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	:	jueves, 17 de noviembre de 2022	02:14:53 p.m	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	:	PMS		
TIPO DE AGUA	:	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL		
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	:	FQ, MB y MP		
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	FIRMA:  UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG M. Sc. JESÚS RASCÓN BARRIOS RESPONSABLE		
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGRAGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	R. E.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WEF.	pH	0.02	8.22
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 D; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	-	150.0
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
D.B.O. ₅	Método 7043; HACH Dilución	mg/L de O ₂	<0,01	74.80
D.Q.O.	Método 7000; HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	<0,7	31.48
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	10 - 7
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WEF. Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	<1,8
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
COBRE	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Cu	<0,005	0,050
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES				
PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	MUESTRA
ZINC	Método 3120-B; APHA, AWWA, WEF Método de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP) para MP-AES	ppm Zn	<0,005	<0,005
R.E. = Resolución Equipo. L. D = Límite mínimo de detección del método. U.D = Unidad de Medida. MB=Área de Análisis Microbiológico. FQ= Área de Análisis Físicoquímico. EEA= Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica				
* OBSERVACIONES	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL / FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN			

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC-Am

Recibi Conforme:
Nombre:
DNI:
Fecha y Hora:
Firma de Conformidad

Calle Hijos Uva N°342-350-356 - Calle Universidad N°200 - Chiclayo - Arequipa - Perú
labirag@unm.edu.pe / labirag@unm.edu.pe

"FIN DEL DOCUMENTO"

Página 1

ANEXO N° 13: Límites Máximos Permisibles

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

ANEXO N° 14: Recurso fotográfico 1



ANEXO N° 15: Recurso fotográfico 2



ANEXO N° 16: Recurso fotográfico 3



ANEXO N° 17. Recurso fotográfico 4



ANEXO N° 18: Recurso fotográfico 5



ANEXO N° 19: Recurso fotográfico 6



ANEXO N° 20: Recurso fotográfico 7



ANEXO N° 21: Recurso fotográfico 8



ANEXO N° 22: Recurso fotográfico 9

