



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de
contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San
Martín 2023

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

AUTORES:

Navarro Escobedo, Tiffany Susan ([Orcid.org/0000-0001-6884-0661](https://orcid.org/0000-0001-6884-0661))

Ticsihua Peña, Hans Alexandre ([Orcid.org/0000-0001-9162-2902](https://orcid.org/0000-0001-9162-2902))

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom ([Orcid.org/0000-0002-0803-1261](https://orcid.org/0000-0002-0803-1261))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en todo el transcurso de mi carrera y de mi vida.

A mis amados padres, por haberme apoyado en todo momento, por los valores que me inculcaron día a día, por sus consejos, por confiar en mí, porque siempre me motivaron a salir adelante para alcanzar mis metas.

A mis familiares por el apoyo brindado en este transcurso de mi formación académica y ser una gran profesional.

“Navarro Escobedo Tifany Susan”

”Ticsihua Peña Hans Alessandre”

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida y guiar cada uno de mis pasos.

A mis padres por siempre confiar en mí y por ser el motor principal para llegar a esta etapa, a mis hermanos y sobrinos por ser uno de los motivos más importantes para alcanzar mis metas.

A mis estimados profesores y recalcando a uno de ellos al asesor Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom, por formar parte de este largo camino y por cada una de sus enseñanzas.

“Navarro Escobedo Tifany Susan”

“Ticsihua Peña Hans Alessandre”



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de Piscicultura en San Martín 2023", cuyos autores son NAVARRO ESCOBEDO TIFANY SUSAN, TICSIHUA PEÑA HANS ALESSANDRE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 01- 12-2023 13:18:01

Código documento Trilce: TRI - 0676104





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, NAVARRO ESCOBEDO TIFANY SUSAN, TICSIHUA PEÑA HANS ALESSANDRE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de Piscicultura en San Martín 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
HANS ALESSANDRE TICSIHUA PEÑA DNI: 46594541 ORCID: 0000-0001-9162-2902	Firmado electrónicamente por: HATICSIHUAPE el 01-12-2023 18:03:24
TIFANY SUSAN NAVARRO ESCOBEDO DNI: 70163974 ORCID: 0000-0001-6884-0661	Firmado electrónicamente por: TINAVARROES el 01-12-2023 20:54:37

Código documento Trilce: TRI - 0676114



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	i
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.	19
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Concentraciones iniciales de los contaminantes emergentes de las aguas de pisciculturas.....	25
Tabla 2: Remoción de contaminantes emergentes con biofiltros.....	27
Tabla 3: Remoción de contaminantes emergentes con ozono	36
Tabla 4: Eficiencia de remoción de los contaminantes emergentes entre biofiltros y ozono.	45
Tabla 5: Disminución de los contaminantes emergentes con Ozono y Biofiltros en relación a las aguas sin tratar.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de tratamiento con biofiltros	14
Figura 2: Tratamiento de agua con ozono	15
Figura 3: Recolección de muestras de aguas de las lagunas de piscigranjas	20
<i>Figura 4: Ubicación del Fundo Jorge Navarro en el sector Bello horizonte.....</i>	<i>20</i>
Figura 5: reconocimiento y toma de coordenadas del área de estudio.	21
Figura 6: Construcción de biofiltros.	22
Figura 7: Maquinas de ozono para el tratamiento de aguas.	23
Figura 8: Concentraciones iniciales de los contaminantes emergentes de aguas de piscigranjas	26
Figura 9: Concentración de pH en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	27
Figura 10: Concentración de oxígeno disuelto en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	28
Figura 11: Concentración de DBO en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	29
Figura 12: Concentración de DQO en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	30
Figura 13: Concentración de nitratos en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	31
Figura 14: Concentración de fosfatos en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	32
Figura 15: Concentración de amoniacó en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura.....	33
Figura 16: Concentración de AG en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	34
Figura 17: Concentración de turbidez en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura	35
Figura 18: Concentración de pH en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	36
Figura 19: Concentración de OD en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	37

Figura 20: Concentración de DBO en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	38
Figura 21: Concentración de DQO en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	39
Figura 22: Concentración de nitratos en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	40
Figura 23: Concentración de fosfatos en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	41
Figura 24: Concentración de amoníaco en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	42
Figura 25: Concentración de aceites y grasas en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	43
Figura 26: Concentración de turbidez en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura	44
Figura 27: Comparación de la eficiencia de remoción de contaminantes emergentes con el sistema de biofiltros y ozono de aguas de piscicultura	45

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de un biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura. El tipo de investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo y el diseño es experimental puro. Los resultados de la caracterización fisicoquímica inicial del agua, 28 °C de temperatura, pH 6.41, OD 7.00mg/L, 8.25mg/L de DBO, 22.50 mg/L de DQO, 14.50 mg/L de nitritos, 0.28mg/L de fosfatos, 1.35mg/L de amoníaco, 13.00 mg/L de aceites y grasas y 64.05NTU de turbidez. Con los sistemas de biofiltro se obtuvieron 26 °C de temperatura, pH 7.56, oxígeno disuelto 1.2 mg/L, DBO 2.2 mg/L, 4 mg/ L de DQO, 0.001 mg/L de nitritos, 0.04 mg/L de fosfatos, 0.02 mg/L de amoníaco, 0.01 mg/L de aceites y grasas y 8.52NTU de turbidez. Con tratamiento de ozono, la temperatura de 26 °C, pH 7.5, oxígeno disuelto 3.9mg/L, DBO 3.8mg/L, 14 mg/L de DQO, 0.72mg/L de nitritos, 0.10mg/L de fosfatos, 0.07mg/L de amoníaco, 0.4 mg/L de aceites y grasas y 14.0 NTU de turbidez y finalmente se determinando que los biofiltros tuvieron mayor remoción sobre los contaminantes emergentes. Se concluyó que los sistemas de biofiltros tuvieron mejor eficiencia que el tratamiento con ozono.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, biofiltros, ozono.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the use of a biofilter and ozone in the elimination of emerging contaminants in fish farming effluents. The type of research is applied with a quantitative approach and the design is purely experimental. The results of the initial physicochemical characterization of the water, temperature 28 °C, pH 6.41, DO 7.00mg/L, BOD 8.25mg/L, COD 22.50 mg/L, nitrites 14.50 mg/L, 0.28mg/L of phosphates, 1.35mg/L of ammonia, 13.00 mg/L of oils and fats and 64.05NTU of turbidity. With the biofilter systems, a temperature of 26 °C was obtained, pH 7.56, dissolved oxygen 1.2 mg/L, BOD 2.2 mg/L, COD 4 mg/L, nitrites 0.001 mg/L, phosphates 0.04 mg/L, 0.02 mg/L of ammonia, 0.01 mg/L of oils and fats and 8.52NTU of turbidity. With ozone treatment, temperature 26 °C, pH 7.5, dissolved oxygen 3.9mg/L, BOD 3.8mg/L, COD 14 mg/L, nitrites 0.72mg/L, phosphates 0.10mg/L, 0.07 mg/L of ammonia, 0.4 mg/L of oils and fats and 14.0 NTU of turbidity and finally determining that the biofilters had greater removal of emerging contaminants. It was concluded that biofilter systems had better efficiency than ozone treatment.

Keywords: Emerging pollutants, biofilters, ozone.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los productos acuícolas se han convertido en un producto indispensable en los mercados globales de todo el mundo, pues su valor se estima en alrededor de US\$250 mil millones (FAO, 2020). Esto debido a la progresiva petición de alimentos por el rápido incremento poblacional y el acrecentamiento del nivel de vida que ha llevado a la industria acuícola a expandir su capacidad de producción para compensar la petitoria del mercado (Torno et al. 2018). Según el último informe publicado en marzo de 2020, la producción acuícola mundial se registró en aproximadamente 82.1 millones de toneladas en 2018 se espera que alcance los 140 millones de toneladas en el año 2050 (FAO 2020). Sin embargo, la producción acuícola tradicional ha sido criticada por su impacto ambiental negativo, las expulsiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Ahmed y Turchini, 2021).

En Perú, la acuicultura como actividad de producción se concentra en el control de la perfección del agua, y la piscicultura debe efectuar con los parámetros dados en los lineamientos de manejo, producción, comercialización y, en cierta medida con actividades comerciales de la acuicultura. El país tiene uno de los recursos hídricos más sobresalientes del mundo, potencialmente adecuado para el cultivo de especies de peces tanto en las tierras bajas y altas (PRODUCE, 2022).

La actividad piscícola en la región San Martín es una actividad económica que se considera poco rentable debido a varios factores. Destacan los aspectos técnicos y la calidad del principal recurso, el agua. Las principales especies cultivadas son los peces, como Gamitana, Paco, Boquichico, Sábalo Cola Roja, Paiche, Banda Negra (Ministerio de pesca y acuicultura de San Martín, 2022). Esta actividad genera contaminación y alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua lo cual produce impactos antrópicos en el aumento de los niveles de nutrientes, la disminución o desaparición de comunidades de plantas perennes para otras comunidades de plantas de rápido crecimiento, el aumento del consumo de oxígeno heterótrofo, la falta de oxígeno y brote de epidemias. Es por ello debido a la problemática suscitada en la actualidad por la crianza de peces se implementó un sistema de biofiltros y ozono para la eliminación de contaminantes procedente de los efluentes de pisciculturas en la región San Martín.

De manera que, se formula el problema general: PG: ¿De qué forma usar un biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023? Seguidamente se establecieron los problemas específicos:

PE1: ¿Cuáles son las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? PE2: ¿Cuáles es la contribución de remoción con biofiltros sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? PE3: ¿Cuáles es la contribución de remoción con ozono sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? PE4: ¿Cómo se comparan la eficacia de biofiltros y el ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín?

Establecido los problemas de la investigación se establece las justificaciones: Justificación social se dio a conocer a la población la problemática acerca la contaminación por elementos emergentes presentes en los efluentes de piscicultura y la alternativa como tratamiento que es el uso de biofiltros y ozono en la reducción de valores fisicoquímicos de efluentes de piscicultura del sector Bello Horizonte, según como lo menciona Ñaupas (2014) la justificación social implica, en que la investigación abordará los problemas sociales que afectan a los grupos sociales. Justificación económica se enfocó en el uso de biofiltros y sistemas de tratamiento con ozono por ser menos costosos y están diseñados y construidos con material reciclado y son efectivos para reducir los contaminantes en el agua. Justificación metodológica, se usaron biofiltro y ozono para el tratamiento de contaminantes emergentes en efluentes de agricultura, obteniendo resultados positivos con los sistemas instalados, datos que pueden ser usados para futuras investigaciones, según como lo menciona Blanco y Villalpando (2012), una investigación se justifica metodológicamente cuando se presenta o desarrolla un reciente método o planteamiento que ayude a obtener conocimiento confiable. Justificación ambiental se demostró que los sistemas con biofiltros y ozono durante el tiempo de tratamiento no alteran los componentes ambientales en base a la

reducción de contaminantes que se hallan presentes en los efluentes de piscicultura del sector Bello Horizonte, además de ser amigables con el ambiente.

Posteriormente, se formula el objetivo general: OG: Evaluar el uso de un biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023. A continuación, se establecieron los objetivos específicos:

OE1: Determinar las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. OE2: Determinar la contribución de remoción con biofiltros sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. OE3: Determinar la contribución de remoción con ozono sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. OE4: Comparar la eficacia de biofiltros y el ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín.

Últimamente, se formula la hipótesis general: HG: El uso de un biofiltro y ozono en el tratamiento de efluentes de piscicultura tendrá un efecto significativo en la eliminación de contaminantes emergentes, mejorando la calidad del agua tratada.

A continuación, se establecieron las hipótesis específicas: HE1: Las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas, y turbidez en los efluentes de piscicultura serán superiores a los estándares establecidos para el agua de calidad adecuada.

HE2: El uso de biofiltros en el tratamiento de los efluentes de piscicultura resultará en una reducción significativa de las concentraciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas, y turbidez en comparación con las concentraciones iniciales. HE3: La aplicación de ozono en el tratamiento de los efluentes de piscicultura resultará en una reducción significativa de las concentraciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas, y turbidez en comparación con los biofiltros.

HE4: Se espera que la eficacia de los biofiltros en la eliminación de contaminantes emergentes en los efluentes de piscicultura sea significativamente mayor en comparación con el ozono.

II. MARCO TEÓRICO

Bambaranda et al. (2019), tuvieron como objetivo investigar el uso efectivo de la macroalga verde *Caulerpa lentillifera* como especie biorremediadora para la eliminación de nutrientes de los efluentes de la acuicultura. La metodología usada fue con un análisis descriptivo, se promedió la concentración media de cada nutriente en las 15 circulaciones y se representó para cada día las unidades de macroalgas en gráficos lineales observando cómo cambiaba la concentración de un día a otro dentro del ciclo de cuatro días. Para el análisis inferencial utilizaron la prueba ANOVA (Análisis de Varianza). Los resultados se mostraron en un promedio durante 15 circulaciones, el primer día de aplicación disminuyó las concentraciones de NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_3 -N y PO_4^{3-} en 0.247 mg/L, 81.6 mg/L, 0.682 mg/L y 0.352 mg/L, respectivamente. Concluyeron que macroalga verde *Caulerpa lentillifera* disminuyeron las concentraciones de NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_3 -N y PO_4^{3-} de las aguas contaminadas de los efluentes de la industria de la acuicultura. Esta investigación tiene como aporte fortalecer la implicación de un sistema acuícola integrado, además se aprovecha como guía para el bosquejo y culminación de nuevas medidas políticas para superar el problema del tratamiento de efluentes en la industria de la acuicultura

Nicula et al. (2022), tuvieron como objetivo identificar cepas bacterianas capaces de reducir las cantidades de nutrientes y estudiar el efecto de los antibióticos sobre el crecimiento bacteriano en las aguas residuales de la acuicultura. Usaron como metodología, con un diseño experimental, con análisis triplicado los resultados se presentaron como la media \pm desviación estándar (DE) de tres experimentos independientes. La significación estadística se analizó mediante una prueba t de Student. Se encontró significativo un valor de inferior a 0.05. Los resultados obtenidos revelaron la alta capacidad formadora de biopelículas de las cepas bacterianas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Chromobacterium violaceum* en eliminar el 87% de los iones de nitrato y nitrito y 62% de los iones de fosfato, 0.1–0.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de antibiótico o

xitetraciclina de las aguas residuales de la acuicultura. Concluyeron que adhesión del biofilm bacteriano lograron reducir las concentraciones en % de los iones de nitrato y nitrito. El aporte que genera en esta investigación es la aplicabilidad de

este tratamiento, ya que es sostenible, de bajo costo en mantenimiento en implementación para el manejo y control de aguas residuales incluidas las municipales e industriales.

Lukwambe et al. (2019), tuvieron como objetivo implementar tecnologías de restauración integral combinada con biofiltros [biopelícula, almeja (*Tegillarca granosa*) y macrófitas (*Spartina anglica*)] para investigar su influencia en la estabilidad de la comunidad bacterioplacton (BC) y la eliminación de nutrientes. Como metodología se usó un diseño experimental, además se utilizó R-vegan para analizar los contrastes en la composición de BC. Se dio un valor de estrés <0.20 (fórmula de estrés de Kruskal), para optimizar la equidad de la ordenación. Análisis de conglomerados basado en similaridad (ANOSIM) para clasificar el BC. Los resultados indicaron que los biofiltros promovieron significativamente los efectos de restauración del equilibrio de N y P al reducir el 82.34 % del nitrógeno total (TN) y el 81.64 % de las cargas de fósforo total (TP) en la interfaz del agua. Los principales mecanismos para la eliminación de TN y TP y la transformación de nutrientes se lograron mediante la asimilación y absorción por parte de los macrófitos emergentes (*Spartina anglica*). El aporte que genera en esta investigación es la realización y replica de biofiltros o filtros ecológicos para suprimir bacterias patógenas.

Camera et al. (2019), exploraron en un ensayo a largo plazo las potencialidades de la ozonización fotocatalítica en un sistema recirculante. Como metodología se usó un diseño descriptivo, además se empleó una prueba a largo plazo a escala de laboratorio con un sistema cerrado (un acuario de arrecife de coral) para estudiar las potencialidades de la ozonización fotocatalítica y la fotocátalisis para la eliminación de compuestos orgánicos nocivos en sistemas de recirculación (acuarios y sistemas de recirculación acuícola) trabajando con un mínimo de agua nueva. En los resultados observaron que la alternancia de ozonización fotocatalítica con fotocátalisis con ciclo definido permitió limitar severamente la presencia de compuestos orgánicos, que de otro modo podrían acumularse en el sistema, y al mismo tiempo controlar la formación de bromato, la ozonización producto secundario de principal preocupación. Además, los valores de otros parámetros importantes para la calidad del agua se mantuvieron en valores satisfactorios. Esta investigación brindar como aporte a esta investigación que la ozonización con la

fotocatálisis (ozonización fotocatalítica), puede preservar una alta calidad del agua en un acuario de arrecife de coral incluso con un intercambio de agua muy limitado y sin la sustitución del material fotocatalítico.

Abdelbary et al. (2022), el propósito de este trabajo de estudio fue deshacerse de los metales pesados presentes en la acuicultura aguas residuales, en preparación para la reutilización de esa agua nuevamente. Como metodología tuvo un diseño experimental en el cual emplearon una unidad de tratamiento que constaba de dos etapas, la etapa de filtrado mecánico como tratamiento primario y luego el filtro biológico como etapa de tratamiento principal, la grava se usó como medio de filtro mecánico, mientras que el carbón activado (AC) y la paja de arroz (RS) se usaron como medio de biofiltro. Los resultados indicaron que la mejor eficiencia de AC y RS fue para remover cobre (Cu) en 65.80 y 84.68%, respectivamente, y la menor eficiencia fue para remover plomo (Pb) en 31.50 y 43.20%, respectivamente. El mejor pH de AC y RS fue 8 con una eficiencia de remoción de amoníaco de 85 y 68%, respectivamente. El aporte que genera esta investigación es replicar el tratamiento de aguas residuales de acuicultura mediante el uso de un filtro mecánico y biofiltro, los cuales tienen una alta eficiencia de remoción.

Ramos y Gallardo (2021), evaluaron la capacidad de biofiltración de nutrientes y el desarrollo de las macroalgas rojas y verdes *Agarophyton chilense* y *Mazzaella canaliculata* y de la clorofita *Ulva milkuca* utilizando aguas residuales de cultivos de *Seriola lalandi*. El método utilizado fue experimental y se evaluó el proceso de biofiltración de nutrientes y el crecimiento de algas durante un período de 7 días. Como resultado, determinaron que las tres macroalgas utilizadas tenían altos valores de eliminación de nitritos y fosfatos, oscilando entre 84,0% y 87,5% respectivamente. Por otro lado, en biofiltración de amonio, *U. milkuca* y *A. chilense* obtuvieron los mejores resultados, ambas con 46,4%. En términos de remoción de nitratos, *A. chilense* y *M. canaliculata* lograron eficiencias del 40% y 50%, respectivamente. En términos de crecimiento de algas, *M. canaliculata* registró una pérdida de biomasa del 0,29%, mientras que *U. milkuca* aumentó un 0,78%, mientras que *A. chilense* tuvo el mejor desempeño con un 2,8%. El aporte que genera esta investigación es que debido al incremento de contaminantes en piscinas utilizadas para la acuicultura es necesario el uso de biofiltros con el uso de macro algas para lograr su remoción.

Duarte (2018), El sistema biológico fue diseñado para tratar las aguas residuales del cultivo en estanques en la finca El Rincón. El proyecto se basa en un estudio experimental de propiedades cuantitativas en la gestión de residuos de cultivo de truchas. Usaron estadísticas descriptivas para el análisis de datos utilizando la media de experimentos por triplicado para las variables de carga orgánica, nitrato y fosfato. Como resultado encontraron que CCBio1 (*Chlorella* sp) tuvo la mejor remoción de nitrato a los 12 días con 42%, seguido de CCBio2 (*Scenedesmus* sp) con 16.3%, para fosfato se observaron resultados más favorables con CCBio2 a valor fue 69,3% seguido de CCBio1 con 16%. CCBio1 registró una mayor tasa de remoción de DQO de 82,3%, seguida por CCBio2 con 63,6%. No se observó eliminación de nitrato, fosfato ni DQO en *Arthrospira* sp., lo que concuerda con la muerte celular documentada. El aporte de esta investigación es generar el desarrollo de actividades de tratamiento de efluentes de actividad piscícola lo cual permita evitar riesgos sanitarios y ambientales.

Barrera y Pucuhuanca (2020), analizaron el tiempo de retención hidráulica y el tamaño de los fragmentos de eucalipto en un biofiltro removiendo nitritos del sumidero de peces Rumihuasi. Se utilizó como método el diseño experimental. Los resultados mostraron que después del tratamiento de biofiltración se analizó la concentración de nitritos y se observó que la tasa de remoción fue del 50% cuando el tiempo de retención hidráulica fue de 1 h y del 75% cuando el tiempo de retención hidráulica fue de 2 h. En el tratamiento de retención hidráulica la tasa de remoción alcanzó el 99%, al procesar astillas de eucalipto de 0,2 cm la tasa de remoción alcanzó el 88%, utilizando astillas de 1 cm en filtros biológicos la tasa de remoción alcanzó el 99%, y al procesar astillas de 4,5 cm la tasa fue del 88%. Como aporte de esta investigación se tiene que, el uso de biofiltros es eficiente en cuanto al proceso de tratamiento de aguas residuales, además que son económicos.

Pinedo y Vásquez (2020), determinaron la eficiencia en un método de biofiltro para el tratamiento de aguas residuales de la industria acuícola en el sector de Bello Horizonte. Su investigación es aplicada y cuasi experimental. Los resultados posteriores al tratamiento mostraron una alta tasa de eliminación de contaminantes, y entre la especie 1, el tratamiento 3 tuvo la mayor eficiencia de SST con un 80,7 %, mientras que entre la especie 2, el tratamiento 3 tuvo la mayor eficiencia de TSS con un 87,06 %. El aporte de este estudio es que el uso de biofiltros es efectivo

para el tratamiento de aguas residuales de piscicultura, ya que es posible reducir los valores de los parámetros especificados en los actos normativos nacionales. Seguidamente se plantearon las bases teóricas en relación al tema de investigación como: La polución del agua se explica como el almacenamiento de una o más sustancias extrañas al agua con muchas implicaciones, incluyendo desequilibrios en la existencia de los organismos (animales, plantas y humanos) (Aich et al. 2021). Agua de pisciculturas es utilizada para la piscicultura puede tener diferentes orígenes como arroyos, ríos, fuentes, lagunas, embalses, entre otros. Estas fuentes tienen diferentes propiedades físicas, biológicas y químicas, que pueden variar con el tiempo y son cruciales en la producción (Noh et al. 2019). Tratamiento con biofiltros son mecanismos que se emplean con el propósito de expulsar los contaminantes que contiene el agua. Su función ayuda a evitar que la descarga directa de aguas residuales cause contaminación a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos (Abdelfatah et al. 2022).

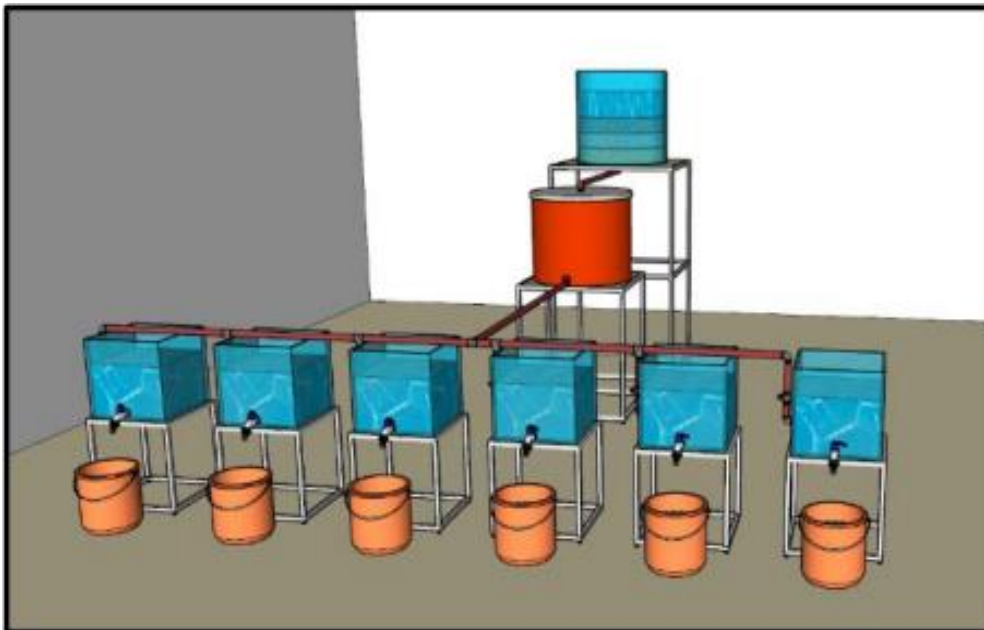


Figura 1: Sistema de biofiltro para tratamiento de agua.

Fuente: Pinedo y Vásquez, 2020

La ozonización de agua es una manera de tratamiento de aguas que se compone en diluir ozono en agua las aguas contaminadas. Además, el ozono es un antiséptico contra bacterias, virus y parásitos y ayuda a la microfloculación en

reducir los sólidos en suspensión (Chen et al. 2015).



Figura 2: Tratamiento de agua con ozono

Fuente: Gonzales, 2021

La presencia de contaminantes fisicoquímicos en el agua son los principales contaminantes que se encuentran en el agua tales como bacterias, virus, fertilizantes, pesticidas, productos farmacéuticos, nitrato, fosfatos, plásticos, heces e incluso sustancias reactivas. Estos elementos afectan el agua y en muchos casos estos contaminantes en el agua son invisibles (Effendi et al. 2018).

Los parámetros medibles como la temperatura considerada ya que es una medición de la corriente cinética que se mide a medida de las moléculas de agua. Promedio que mide a una escala lineal de Celsius o Fahrenheit (Khiari et al. 2019).

Se considera que el pH determina la solubilidad y la biodisponibilidad de sustancias químicas como nutrientes (fósforo, nitrógeno, carbono) y metales pesados (plomo, cobre, cadmio, etc.). El pH no solo afecta el fósforo total en el agua, sino que determina la disponibilidad de fósforo para los animales acuáticos. Asimismo, en los metales pesados, la solubilidad determina la cantidad de contaminantes de agua, por un nivel bajo de pH, mayor será la toxicidad de las aguas contaminadas (Lucio et al. 2020)

Se indica que la demanda bioquímica de oxígeno del agua se refiere a la porción de oxígeno que consumen los microorganismos, especialmente las bacterias (aeróbicas o anaeróbicas), los hongos y el plancton, al descomponer la materia orgánica de una muestra, así mismo al valor muy alto de la DBO perjudica la calidad

del agua poniendo en riesgo a las especies acuáticas (Gorito et al. 2021).

La DQO es un parámetro de mucha importancia en la purificación y el saneamiento del agua. Representa la cantidad de oxígeno necesaria para tratar el agua contaminadas de efluentes contaminados por las grandes ciudades, viviendas particulares, pluviales, cloacales y fosas sépticas (Gorito et al. 2021).

Los nitritos en aguas naturales, son indicadores importantes de la calidad del agua. Intervienen en el ciclo del nitrógeno en el suelo y en las plantas superiores, aunque la adición de nitritos a través de los fertilizantes provoca un aumento de sus niveles (Abdul et al. 2022).

Se menciona que los nitratos son contaminantes que dañan la calidad del agua, esto indica que una sola exposición puede afectar la salud humana y de las especies que la habitan (Ruoyun et al., 2023).

Además, del oxígeno disuelto es también la cantidad efectiva de oxígeno gaseoso (O₂) en el agua, expresada como su volumen en agua o su proporción en agua saturada (porcentaje). (Chen et al. 2015).

Materia orgánica, consiste de miles de componentes: partículas macroscópicas, coloides o macromoléculas disueltas. La caracterización de la materia orgánica disuelta en los suministros humanos de agua es esencial para determinar su estado físico y las tasas de contaminación del agua. (Aich et al. 2021).

Los sulfatos pueden dar un sabor notable que por encima del cual se percibe este sabor varía de 250 mg/litro (sulfato de sodio) a 1000 mg/litro sulfato de calcio (Pinedo y vaquez, 2020).

Turbidez es una medida del número de partículas suspendidas en el agua. Las algas, los sedimentos en suspensión, la materia orgánica y los contaminantes consiguen enturbiar el agua (Ahmed et al. 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, según Murillo (2008), menciona que la investigación aplicada es también como la investigación práctica o empírica, la cual se define y se explora la entrega o utilización del conocimiento adquiridos, en tanto el resto se logra mediante la implementación y sistematizando de la práctica apoyada en el trabajo.

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, dado que a través del uso de conocimientos y la aplicación del biofiltro y ozono se dio solución al problema de los contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura.

La investigación tuvo una dirección cuantitativa en que la compilación de datos se emplea para las hipótesis establecidas en mediciones numéricas y análisis estadístico para distinguir patrones de conductas guiados por el contexto, la condición, recursos disponibles, objetivos y las preguntas de la investigación (Monje, 2011). Esta investigación es cuantitativa porque se basa en la recopilación de datos adquiridos durante la etapa experimental para probar la hipótesis que es demostrar que los biofiltros y ozono permitirán la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura.

El diseño de investigación es experimental puro, Según Arias (2015), el estudio de investigación experimental menciona que es un desarrollo que consiste en exhibir a un individuo o conjunto de individuos a ciertos términos, estímulos o tratamientos (las variables independientes) para notar los efectos o respuestas (las variables dependientes).

El trabajo de investigación fue experimental puro, ya que se estableció una correlación de causa y efecto entre la variable independiente (Biofiltro y ozono) y la variable dependiente (eliminación de contaminantes emergentes) ya que se hace un estudio estadístico para constatar o refutar una hipótesis. Así mismo, que se seleccionaron de modo aleatorio las muestras o se va asignar aleatoriamente los tratamientos. Contó a un grupo de control, el que

nos permitió resolver en base a análisis cual tratamiento es el más efectivo en tanto a eliminación de contaminantes emergentes.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Biofiltro y ozono.

Variable Dependiente: Eliminación de contaminantes emergentes.

Matriz de operacionalización (Ver en anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población estuvo conformada por 450.80 m³ diarios de agua que ingresan a 5 piscigranjas que realizan su actividad en la entrada del sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”.

- Criterios inclusión: Se consideraron las 5 piscigranjas que fueron elegidos para la toma de muestras de agua para el tratamiento.
- Criterios de exclusión: Son todas las piscigranjas que se encuentran fuera del área del “Fundo Jorge Navarro”.

Muestra: Estuvo constituida por 210 litros de agua de los efluentes de piscicultura en actividad en la entrada del sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”. Distribuida en la planta piloto de 4 biofiltro de 50 litros cada biofiltro y 10 litros fueron tratados en laboratorio con Ozono. Se tomó como base a dicha cantidad de agua según la investigación de Pinedo. y Vásquez, (2020), usaron 150 litros de agua contaminada de los efluentes generados por las piscícolas del fundo “La Unión”, se distribuyeron en 6 estanques de la planta piloto con biofiltros.

Muestreo: Para el muestreo se utilizó el muestreo simple, que es una selección completamente aleatoria de todos los individuos de la población. De tal caso los 210 litros de agua de los efluentes de piscicultura en actividad en la entrada del sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son las siguientes.

- Observación: Se uso para los registros de datos que se obtuvieron durante el tratamiento. Es una gran tecnología para la investigación científica. Los formularios o tarjetas de recopilación de datos se pueden utilizar como herramienta (Tamayo y Silva, 2018).

- Análisis documental: Se uso para la argumentación de la síntesis del trabajo de investigación. Donde los datos que se recogieron fueron sobre fuentes secundarias como libros, artículos, revistas y tesis que se emplearon como fuentes de información para recolectar datos con respecto a la variable de interés (Lozada, 2014).

Instrumentos de recolección de datos

- Guía de construcción de la planta piloto con biofiltros: fundamento para la adquisición de los materiales para la construcción de la planta piloto, el cual sirvió para el proceso de tratamiento del agua de piscigranjas de sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”.
- Guía de toma modelo de agua: Esto nos facilitó muestrear según lo especificado, el tipo de muestreo, los estándares y prácticas de muestreo, el manejo de la muestra (D.S. N°010 – 2018 – MINAM).
- Ficha de recopilación de datos: Fueron los instrumentos que se registraron por escrito información importante en el desarrollo del trabajo de investigación.

3.5. Procedimientos.

Para el desarrollo de la investigación se llevó en 3 etapas indicadas a continuación.

Etapa 1: Gabinete inicial

- Se alcanzo la recolección de reporte de artículos, revistas y tesis para el proceso de construcción de la síntesis del trabajo de investigación.
- Además, se llevó a cabo pequeñas coordinaciones a partir de consultas con profesionales vinculados al tema de investigación como escenario para el desarrollo de la etapa de campo.
- Se efectuó la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, que posteriormente serán validados por jueces expertos.
- Se buscó un laboratorio acreditado Environmental Quality Analytical Services S.A ubicado en Mz, L lote 74 Urb. El Naranjito – Puente Piedra, Sede Lima para realizar los análisis correspondientes a las muestras de agua iniciales y posteriores a los tratamientos.

- Posteriormente, las muestras de agua fueron recolectadas y mandado al laboratorio para determinar las concentraciones de contaminantes como temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, Aceites y grasas y turbidez inicial del agua de piscigranjas en actividad de la entrada al sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”. (Figura 3)



Figura 3: Recolección de muestras de aguas de las lagunas de piscigranjas
Fuente: Elaboración propia, 2023

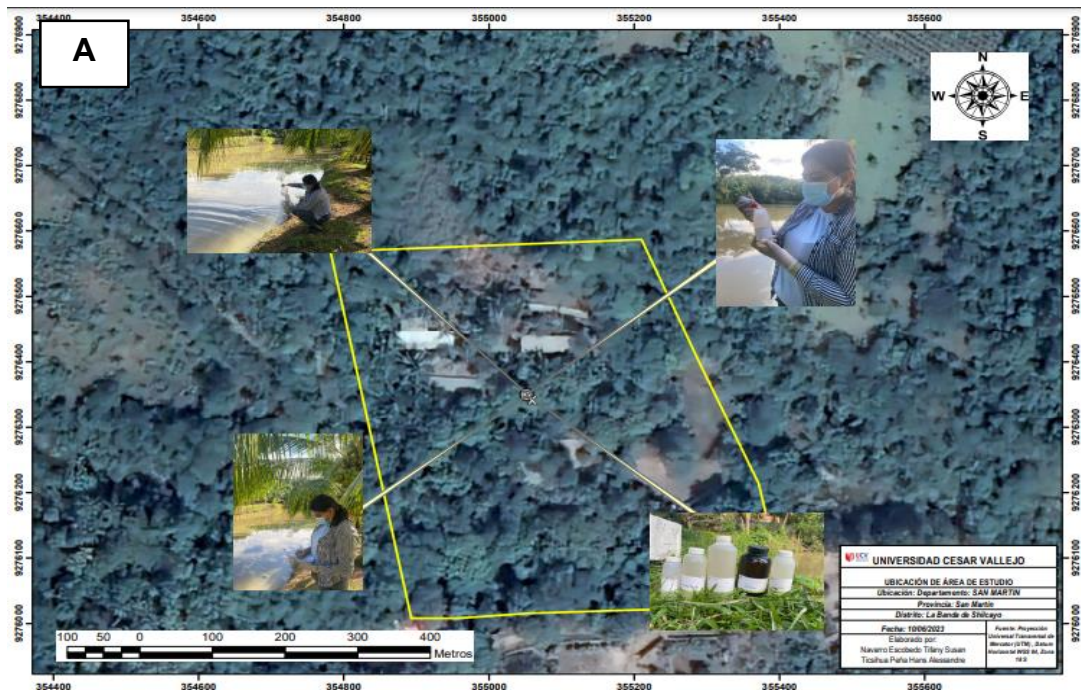


Figura 4: Ubicación del Fundo Jorge Navarro en el sector Bello horizonte.

Nota: (A), identificación del punto de muestreo de las aguas de las piscigranjas en el sector Bello horizonte.

Etapa 2: Campo y laboratorio con tratamiento de biofiltros

- Se realizó el reconocimiento del área de toma de muestra de agua de la entrada al sector Bello horizonte del “Fundo Jorge Navarro”. (Figura 5)



Figura 5: reconocimiento y toma de coordenadas del área de estudio.

Fuente: Elaboracion propia, 2023

- Se establecieron puntos de muestreo para la toma de muestras de agua después de la construcción del sistema piloto con biofiltros.
- Se determinó el área de construcción de la planta piloto de tratamiento con biofiltros de aguas de pisciculturas del “Fundo Jorge Navarro”.
- Se envió a construir los biofiltros de vidrio, donde se agregaron en la parte de la base piedra chancada, seguido de una capa de arena, así mismo se agregó plantas flotantes de la especie Lechuga de agua “*Pistia stratiotes*”, se ayudó con aireación con una Bomba de aire. (Figura 6)



Figura 6: Construcción de biofiltros.

Fuente: Elaboración propia, 2023

- Posterior al armado de la planta piloto con biofiltros se tomaron las muestras de agua de las pisciculturas del “Fundo Jorge Navarro”, después se agregaron al tanque de alimentación a los biofiltros por un tiempo de 30 días de tratamiento.
- Posterior al periodo de tratamiento se tomaron las muestras de agua a 10 y 20 días con el fin de ser enviadas al laboratorio acreditado para la extracción de las concentraciones de los contaminantes temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas y turbidez, conociendo la eficiencia de disminución de las concentraciones de los contaminantes.
- Finalizado el periodo de tratamiento a 30 días se tomaron muestras de agua para enviarlas nueva
- mente al laboratorio acreditado para obtener concentraciones de contaminantes: temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas y turbidez, conociendo la eficiencia de reducir las concentraciones de contaminantes.
- Luego se procesaron los datos obtenidos para comparar con límites máximos permisibles (LMP) con la norma peruana (D.S N° 010-2018-MINAM) (PCM, 2018)
- Se interpretaron las tablas y figuras elaboradas demostrando la efectividad del tratamiento de las aguas de piscigranja.

Etapa 3: Laboratorio con tratamiento de ozono

- Se alquiló un espacio en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo para realizar el tratamiento con las máquinas de ozono a las muestras de agua tomadas en las piscigranjas del "Fundo Jorge Navarro".
- Se realizó la compra de las máquinas de ozono según como se muestra en la figura. (Figura 7)



Figura 7: Maquinas de ozono para el tratamiento de aguas.

Fuente: Elaboración propia, 2023

- Se tomaron 4 jarras de precipitación de un litro cada una donde 1 jarra como testigo y 3 jarras con ozono.
- El periodo de tratamiento fue de 30 minutos, determinando así la eficacia de reducción de concentraciones de contaminantes como temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas y turbidez.
- Posterior al tratamiento el agua tratada fue acondicionada en los frascos que fueron enviadas al laboratorio para los análisis correspondientes.
- Luego de la obtención de los resultados emitidos por el laboratorio se procesaron para ser comparados con límites máximos permisibles (LMP) con la norma peruana (D.S N° 010-2018-MINAM).
- Se interpretaron las tablas y figuras elaboradas demostrando la efectividad del tratamiento de las aguas de piscigranja.

3.6. Método de análisis de datos

Con respecto a los métodos para analizar datos se utilizaron el programa SPSS-25 y Excel para procesar la información obtenida del experimento correspondiente y los resultados de laboratorio del biofiltro y tratamiento con ozono. El análisis estadístico que se usó el ANOVA de varianza. Esto diagnosticó si hay una diferencia significativa y por lo tanto la eficacia de cada tratamiento con la prueba de Tukey.

3.7. Aspectos éticos

En el estudio, los autores utilizaron fuentes confiables, verificaron todos los capítulos del trabajo de investigación y los principios rectores cumplen con las normas ISO 690 y el código internacional de ética definido por la Resolución N° 110-2022-VI-UCV de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos en la investigación, el impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes. Se incluyen tablas y gráficos de “concentración de contaminantes emergentes” para ilustrar los hallazgos y facilitar su interpretación. Los resultados se organizan en secciones según los objetivos específicos de la investigación y se discuten en relación con las hipótesis planteadas. Al final del capítulo se presentan las conclusiones generales derivadas de los resultados obtenidos.

4.1. Contaminantes iniciales hallados en piscicultura

Se determinaron los contaminantes iniciales fue necesario evaluar a los contaminantes emergentes como temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas (AG) y turbidez (NTU) tal como se muestra en la tabla 1

Tabla 1: Concentraciones iniciales de los contaminantes emergentes de las aguas de pisciculturas

Parámetros	Unidad	Muestra inicial			ECA para agua
		M01	M02	Promedio	
Temperatura	°C	28	28	28.00	***
pH	1-14	6.02	6.8	6.41	6.5 a 9.0
OD	mg/L	6.8	7.2	7.00	≥ 5
DBO	mg/L	8	8.5	8.25	5
DQO	mg/L	23	22	22.50	***
Nitritos	mg/L	15	14	14.50	13
Fosfatos	mg/L	0.11	0.45	0.28	***
Amoníaco	mg/L	1.3	1.4	1.35	1
Aceites y grasas	mg/L	13.7	12.3	13.00	5
Turbidez	NTU	64.6	63.5	64.05	***

Fuente: Elaboración propia, 2023

Interpretación: De los análisis efectuados de las aguas de los efluentes de las pisciculturas del sector bello horizonte- San Martín, se determinaron que la

temperatura estuvo con un promedio de 28°C, este valor estuvo dentro del valor establecido por el ECA para agua, asimismo, 6.41 fue el promedio de pH, este valor estuvo dentro del rango de valores de 6.5 a 9.0 de pH dado por el ECA de agua y la turbidez con un promedio de 64.05 NTU, el cual también se encuentra dentro de los valores normales del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

Seguidamente se determinó las concentraciones de oxígeno disuelto en promedio de 7.00 mg/L que al comparar con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L encontrándose por encima de lo permitido. Seguido de 8.25 mg/L de DBO superior a los ECA de 5 mg/L, 22.50 mg/L de la DQO, 14.50 mg/L de nitratos que al comparar con el ECA es superior a 13 mg/L, 0.28 mg/L de fosfatos, 1.35 mg/L de amoníaco superior al ECA de 1 mg/L y 13.00 mg/L de aceites y grasa superior a los ECA de 5 mg/L. Demostrando que las aguas de los efluentes de piscicultura del sector bello horizonte se encuentran contaminadas (Figura 8).

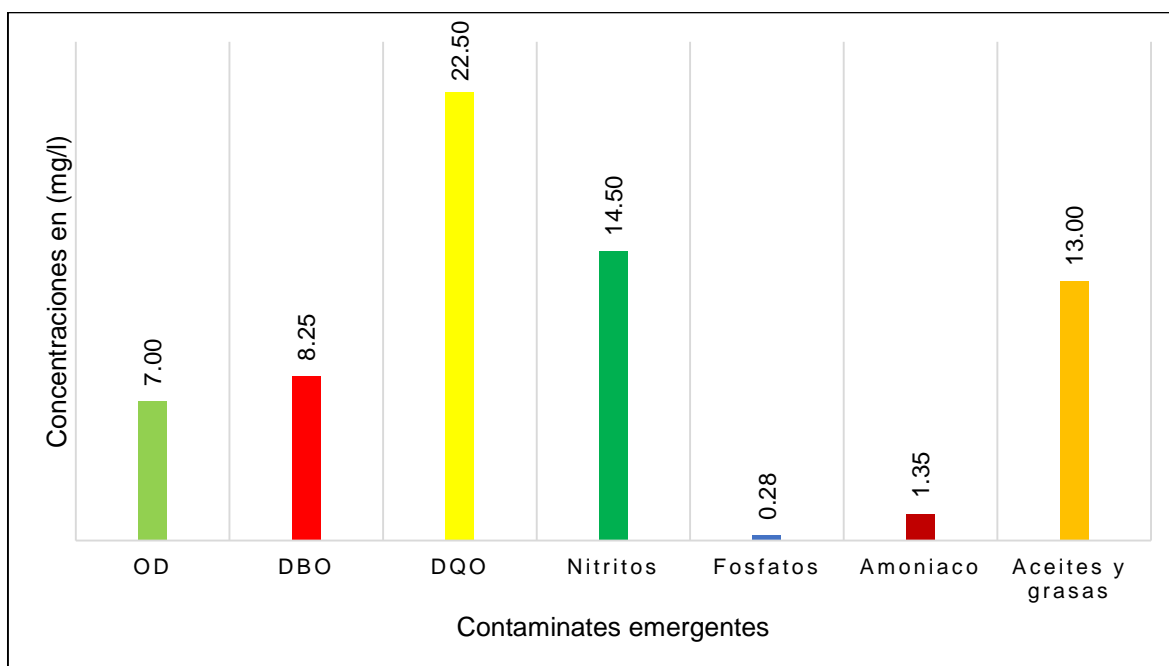


Figura 8: Concentraciones iniciales de los contaminantes emergentes de aguas de piscigranjas

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.2. Biofiltros en el tratamiento de contaminantes emergentes de agua de piscicultura.

Se fijaron los contaminantes emergentes tratados con el sistema de biofiltros que fueron evaluados como la temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas (AG) y turbidez (NTU) relacionados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) tal como se observa en la tabla 2.

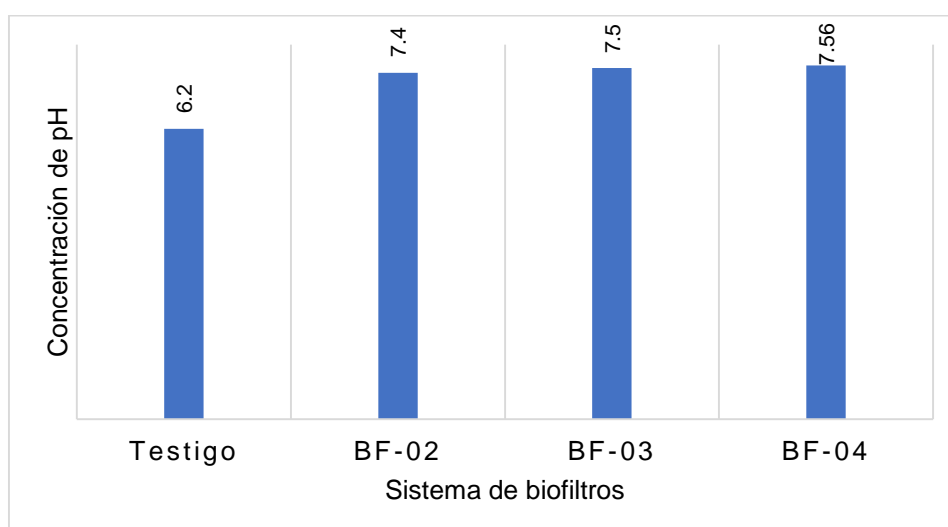
Tabla 2: Remoción de contaminantes emergentes con biofiltros

Parámetros	Unidad	Evaluaciones				ECA para agua
		Testigo	BF-02	BF-03	BF-04	
Temperatura	°C	26	26	26	26	***
pH	1-14	6.20	7.40	7.50	7.56	6.5 a 9.0
OD	mg/L	6.8	4.4	2.1	1.2	≥ 5
DBO	mg/L	7.6	4.3	8	2.2	5
DQO	mg/L	21	16.8	8	4	***
Nitritos	mg/L	15.8	2.92	0.003	0.001	13
Fosfatos	mg/L	0.24	1.22	0.06	0.04	***
Amoniaco	mg/L	1.6	0.24	0.12	0.02	1
Aceites y grasas	mg/L	7.7	2.4	0.5	0.1	5
Turbidez	NTU	78.2	22.1	14.90	8.52	***

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.2.1. Concentraciones de pH en los biofiltros

Figura 9: Concentración de pH en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

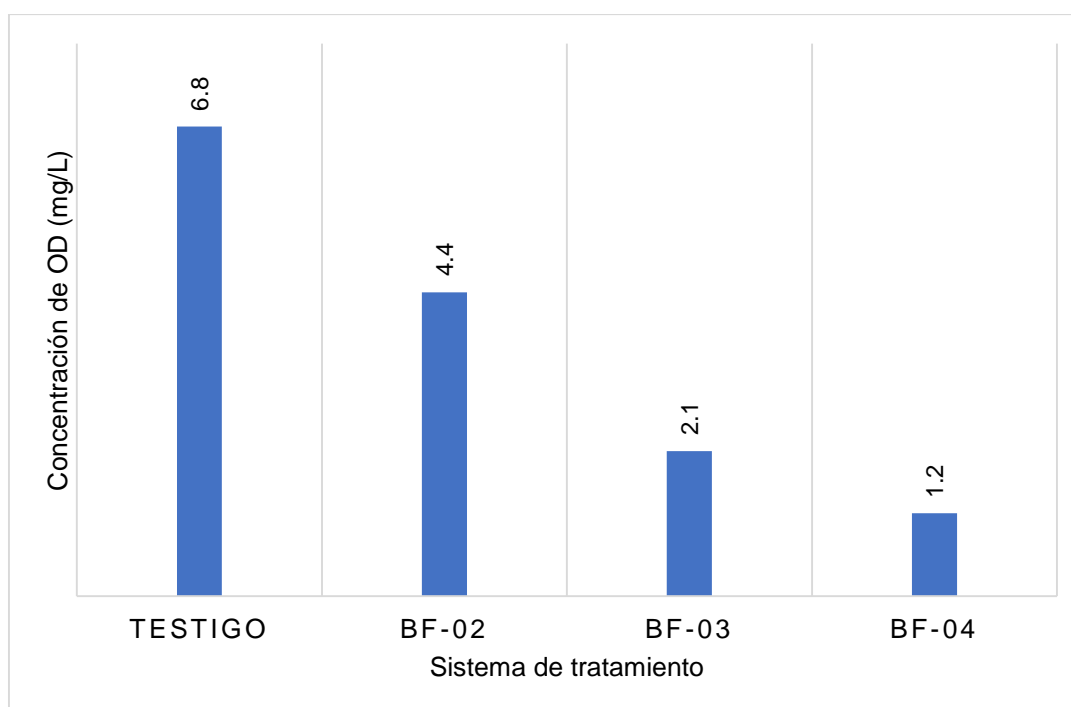


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 9 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de pH en el biofiltro testigo con 6.2, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 7.4, biofiltro con lechugas de agua medianas con 7.5 y biofiltro con lechugas de agua grande con 7.56. Evidenciando que el pH fue de menor a mayor estableciéndose en neutro. Asimismo, se demostró que estos valores estuvieron dentro de los valores de 6.5 a 9.0 de los ECA para agua.

4.2.2. Concentración de oxígeno disuelto en los biofiltros

Figura 10: Concentración de oxígeno disuelto en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

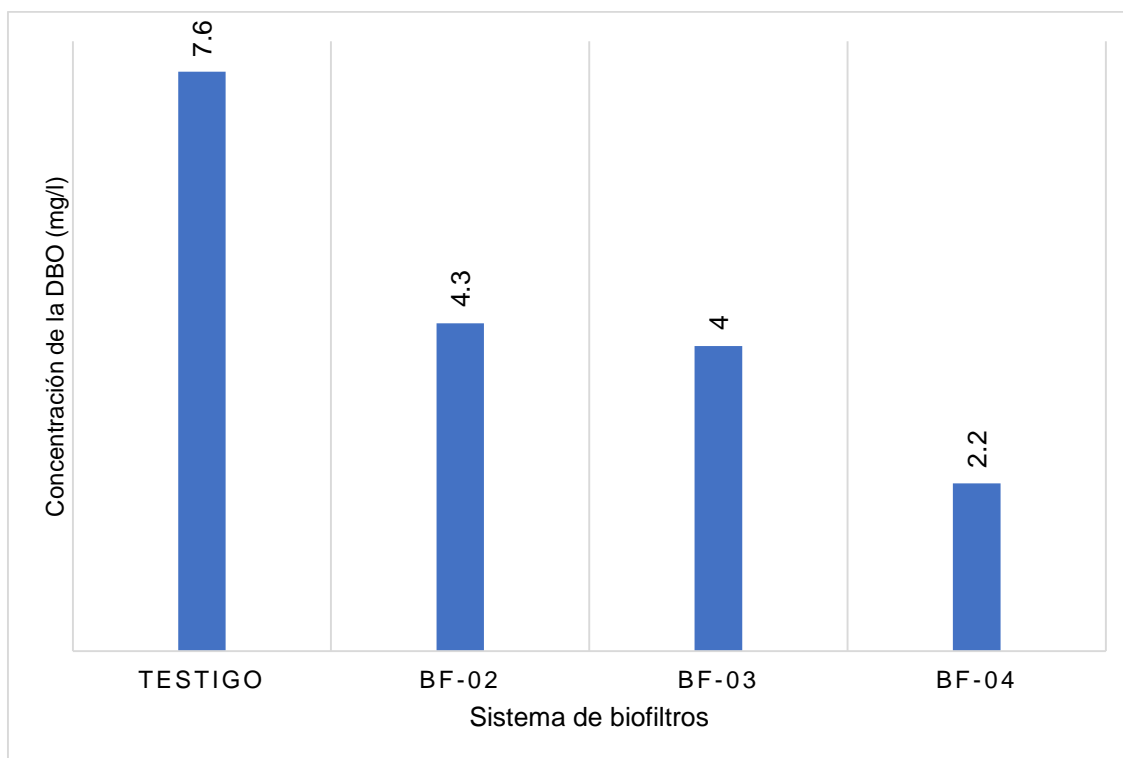


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 10 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de oxígeno disuelto (OD) en el biofiltro testigo con 6.8mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 4.4mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 2.1mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 1.2mg/L. Evidenciando que el OD fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L el tratamiento con biofiltro con lechugas de agua grande tuvo mejor remoción de OD.

4.2.3. Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en los biofiltros

Figura 11: Concentración de DBO en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

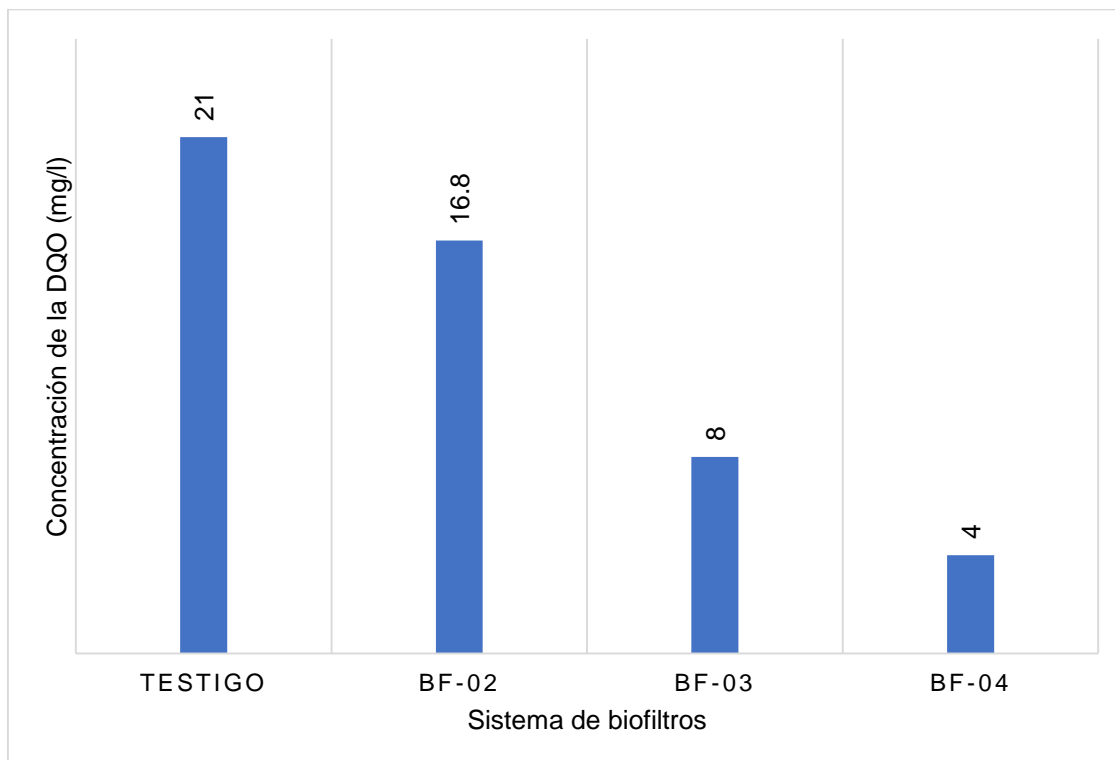


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 11 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el biofiltro testigo con 7.6mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 4.3mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 4mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 2.2mg/L. Evidenciando que la DBO fue disminuyendo de mayor a menor, que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L el tratamiento con biofiltro con lechugas de agua grande tuvo mejor remoción de DBO.

4.2.4. Concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en los biofiltros

Figura 12: Concentración de DQO en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

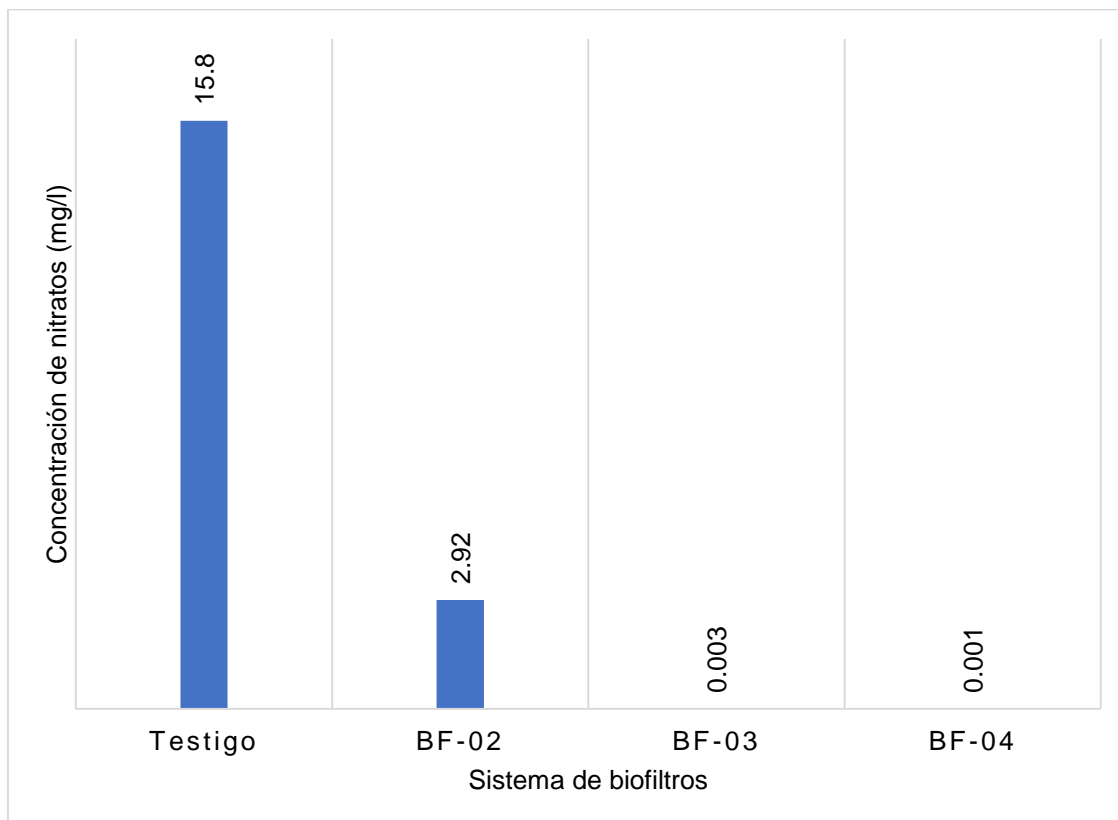


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 12 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de demanda química de oxígeno (DQO) en el biofiltro testigo con 21mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 16.8mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 8mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 4mg/L. Evidenciando que la DQO fue de mayor a menor.

4.2.5. Concentración de nitratos (NO_3^-) en los biofiltros

Figura 13: Concentración de nitratos en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

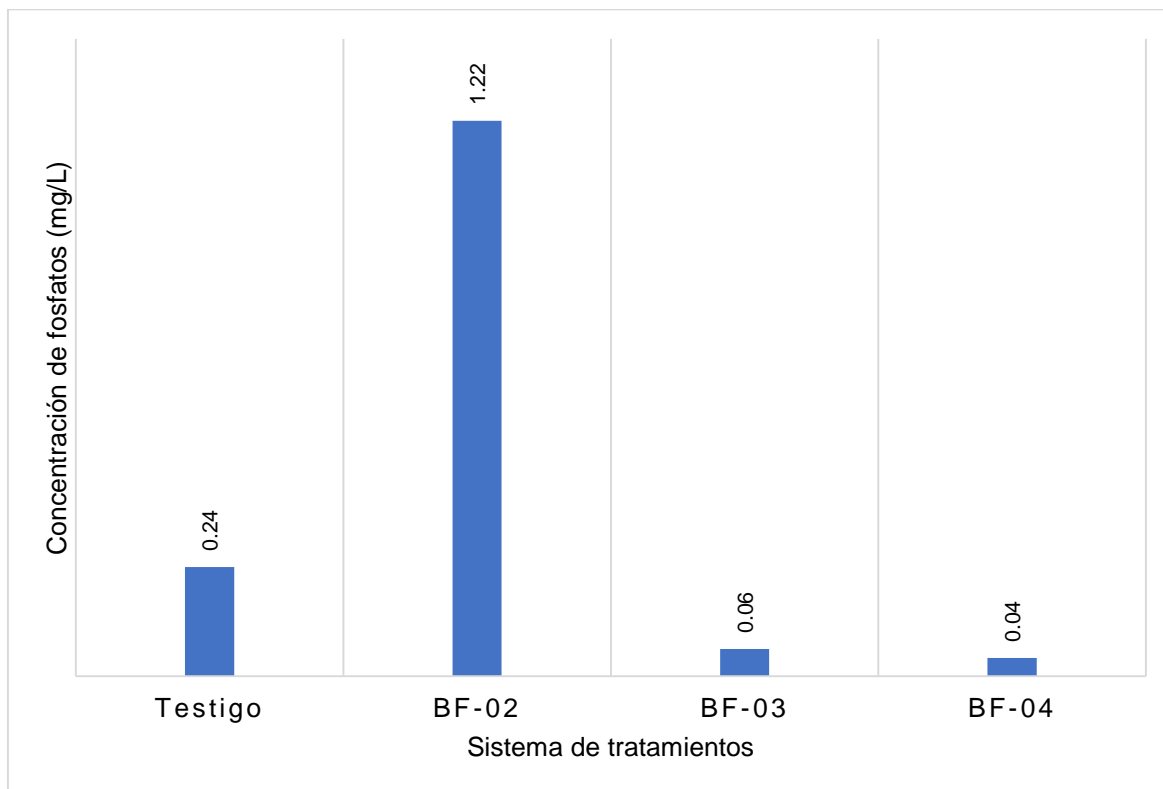


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 13 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de nitratos en el biofiltro testigo con 15.8mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 2.92mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 0.003mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 0.001mg/L. Evidenciando que los nitratos fue disminuyendo de mayor a menor, que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 13mg/L el tratamiento con biofiltro con lechugas de agua grande tuvo mejor remoción de nitritos.

4.2.6. Concentración de fosfatos en los biofiltros

Figura 14: Concentración de fosfatos en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

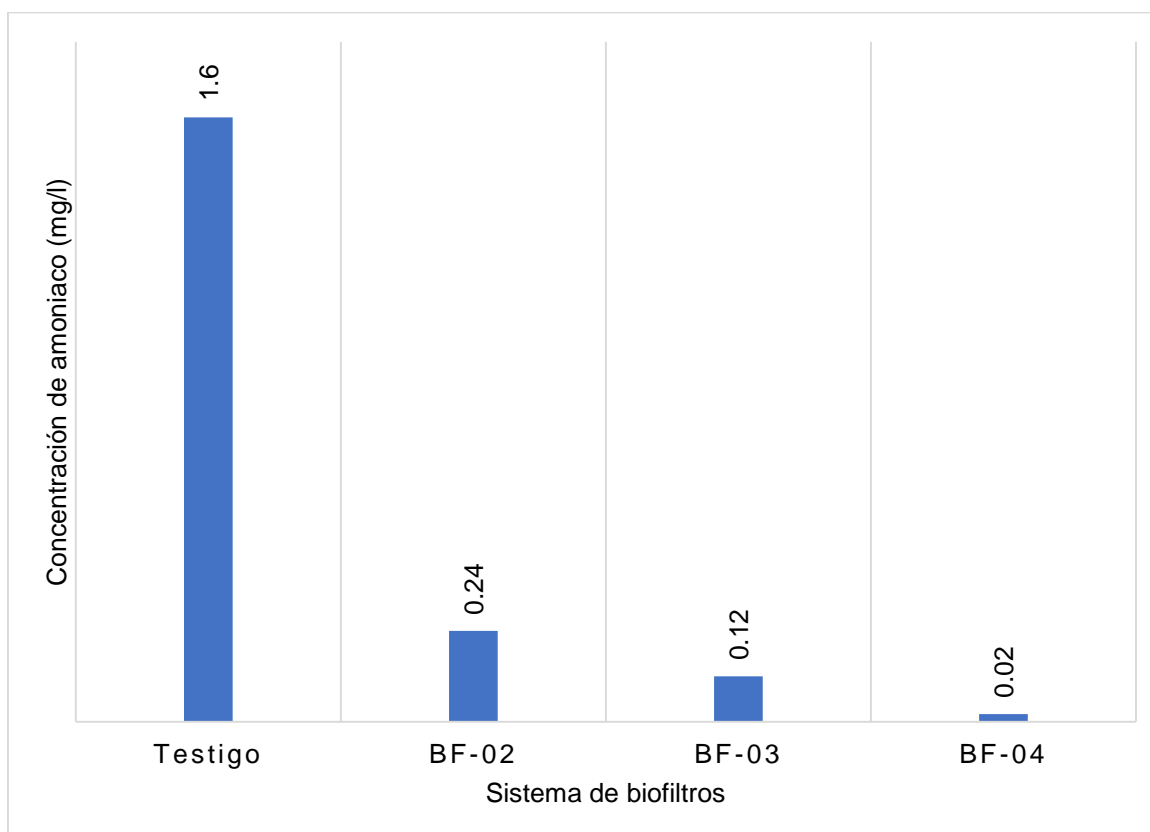


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 14 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de fosfatos en el biofiltro testigo con 0.24mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 1.22mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 0.06mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 0.04mg/L. Evidenciando que los fosfatos fueron de mayor a menor.

4.2.7. Concentración de amoníaco en los biofiltros

Figura 15: Concentración de amoniaco en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

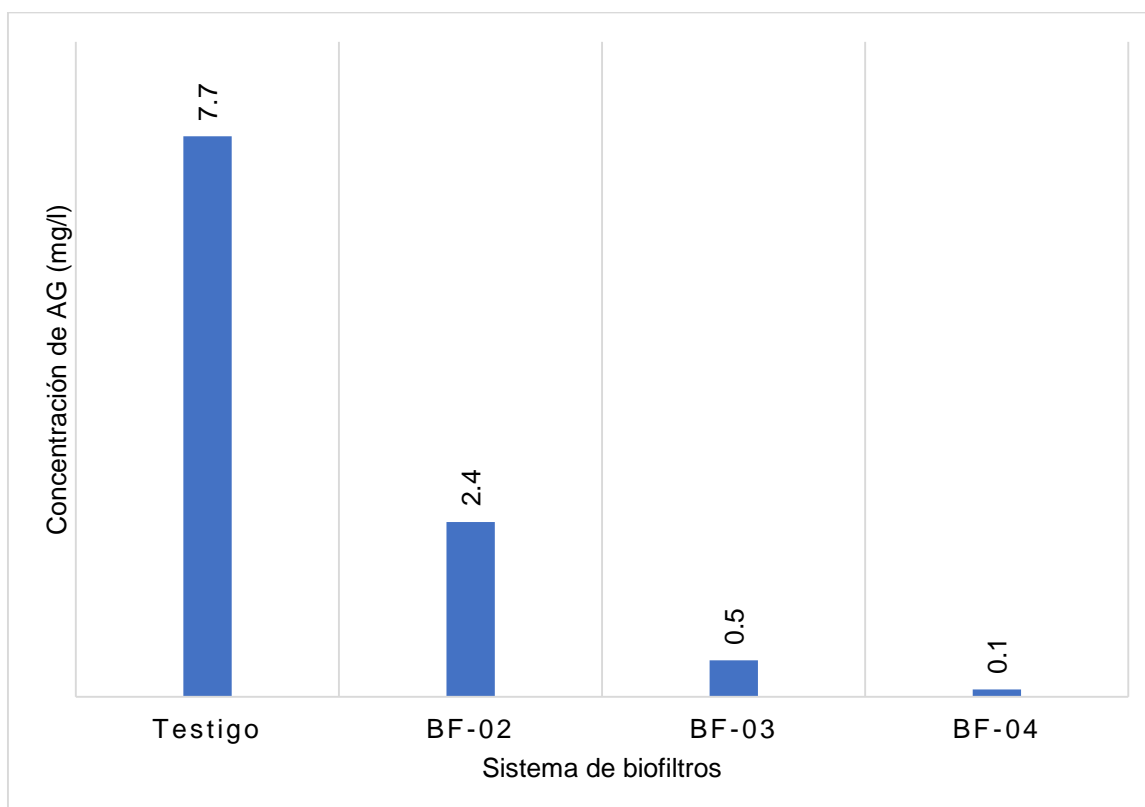


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 15 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de amoniaco en el biofiltro testigo con 1.6mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 0.24mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 0.12mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 0.02mg/L. Evidenciando que los amoniaco fue disminuyendo de mayor a menor, que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 1mg/L el tratamiento con biofiltro con lechugas de agua grande tuvo mejor remoción de amoniaco.

4.2.8. Concentración de aceites y grasas (AG) en los biofiltros

Figura 16: Concentración de AG en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura

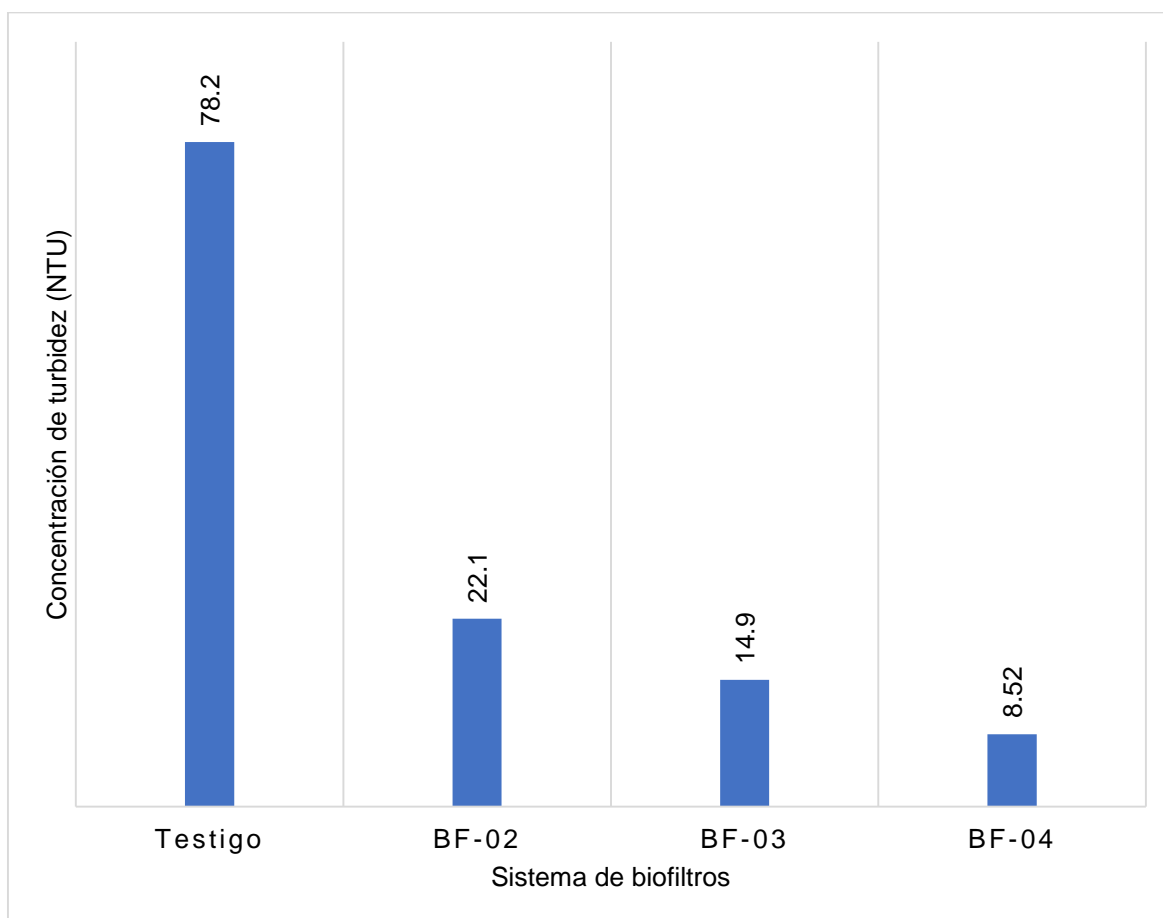


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 16 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de aceites y grasas en el biofiltro testigo con 7.7mg/L, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 2.4mg/L, biofiltro con lechugas de agua medianas con 0.5mg/L y biofiltro con lechugas de agua grande con 0.01mg/L. Evidenciando que los AG fue disminuyendo de mayor a menor, que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5mg/L el tratamiento con biofiltro con lechugas de agua grande tuvo mejor remoción de aceites y grasas.

4.2.8. Concentración de turbidez en los biofiltros

Figura 17: Concentración de turbidez en el tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura



Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 17 del tratamiento con sistema de biofiltros con agua de piscicultura se encontró la presencia de la turbidez en el biofiltro testigo con 78.2 NTU, biofiltro con lechugas de agua entre pequeñas, medianas y grandes con 22.1 NTU, biofiltro con lechugas de agua medianas con 14.9 NTU y biofiltro con lechugas de agua grande con 8.52 NTU. Evidenciando que la turbidez fue de mayor a menor. Los valores obtenidos en cada tratamiento se encuentran dentro de las concentraciones establecidas por el ECA para agua.

4.3. Ozono en el tratamiento de contaminantes emergentes del agua de piscicultura.

Se establecieron los contaminantes emergentes tratados con ozono que fueron evaluados como la temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos,

fosfatos, amoniaco, aceites y grasas (AG) y turbidez (NTU) relacionados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) tal como se observa en la tabla 3.

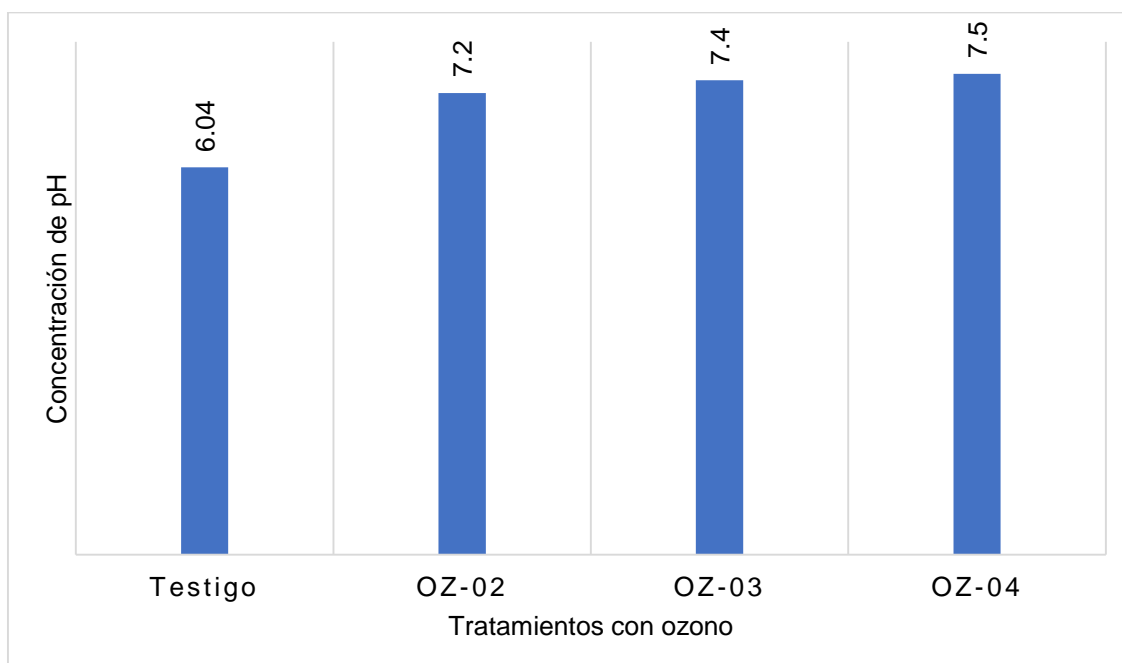
Tabla 3: Remoción de contaminantes emergentes con ozono

Parámetros	Unidad	Evaluaciones				ECA para agua
		Testigo	OZ-02	OZ-03	OZ-04	
Temperatura	°C	27	27	26	26	***
pH	1-14	6.04	7.2	7.4	7.5	6.5 a 9.0
OD	mg/L	6.5	4.2	3.2	3.9	≥ 5
DBO	mg/L	7.9	4.0	4.2	3.8	5
DQO	mg/L	22	18	17	14	***
Nitritos	mg/L	14.5	0.97	0.78	0.72	13
Fosfatos	mg/L	0.18	0.15	0.11	0.10	***
Amoniaco	mg/L	1.2	0.12	0.09	0.07	1
Aceites y grasas	mg/L	8.2	0.6	0.4	0.4	5
Turbidez	NTU	72.6	17.0	15.0	14.0	***

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.3.1. Concentraciones de pH en tratamiento con ozono

Figura 18: Concentración de pH en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

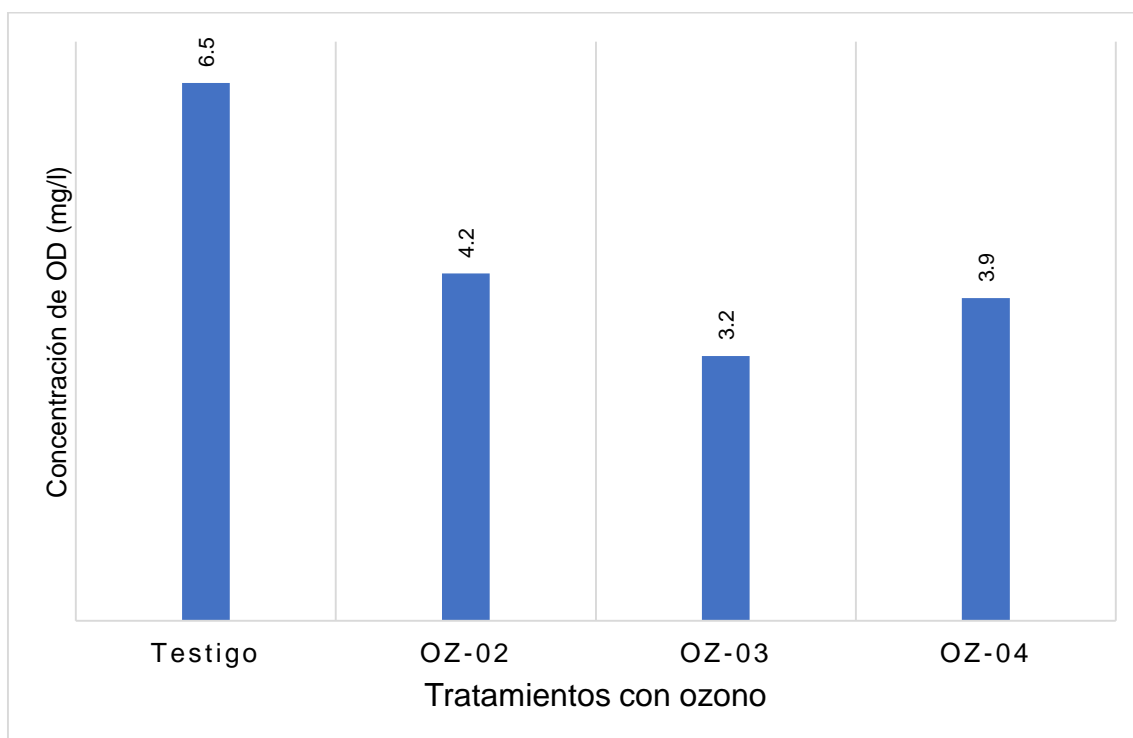


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 18 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de pH en el testigo con 6.04, tratamiento con ozono a 30 minutos con 7.2, tratamiento con ozono a 45 minutos con 7.4 y tratamiento con ozono a 60 minutos con 7.5. Evidenciando que el pH fue de menor a mayor estableciéndose en neutro en el tratamiento con ozono a 60 minutos. De acuerdo a los valores encontrados en cada tratamiento, se determinó que estos se encuentran dentro del rango de 6.5 a 9.0 de pH del ECA para agua.

4.3.2. Concentración de oxígeno disuelto en tratamiento con ozono

Figura 19: Concentración de OD en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

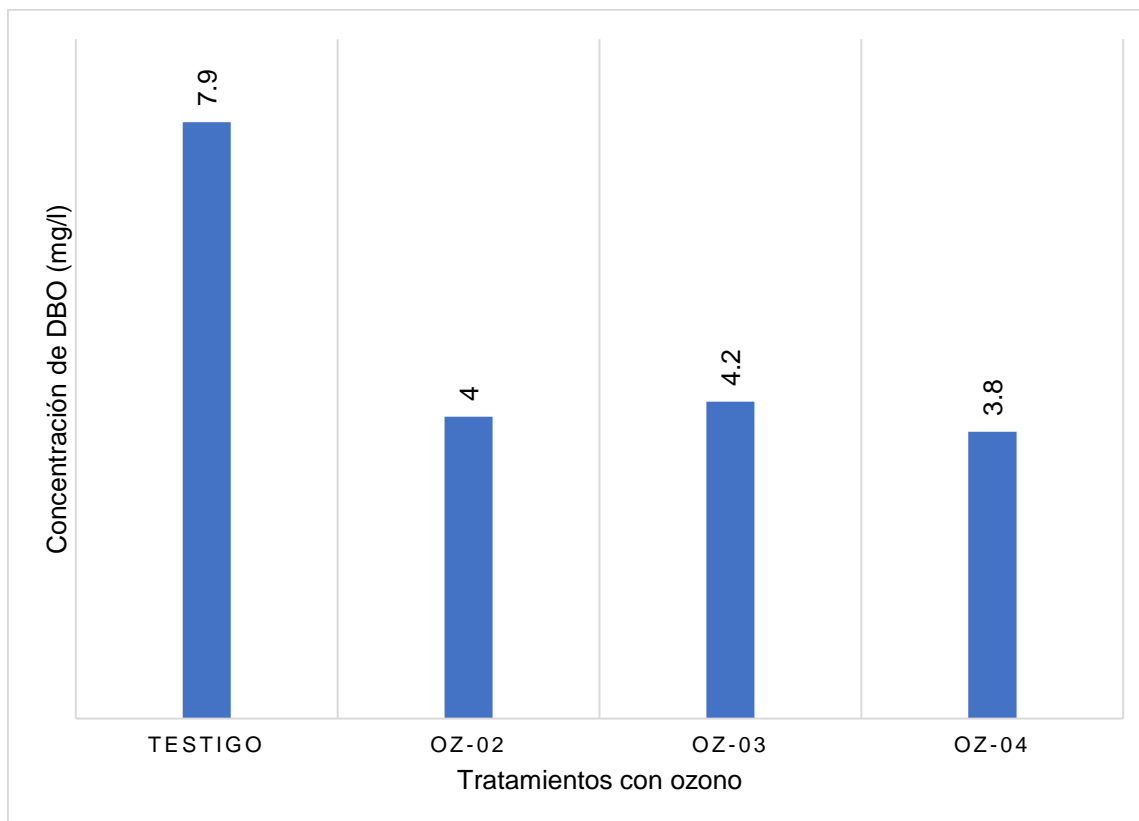


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 19 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de oxígeno disuelto (OD) en el testigo con 6.5mg/L, tratamiento con ozono con 4.2mg/L, tratamiento con ozono con 3.2mg/L y tratamiento con ozono con 3.9mg/L. Evidenciando que el OD fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L el tratamiento con ozono a 45 minutos tuvo mejor remoción de OD.

4.3.3. Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en tratamiento con ozono

Figura 20: Concentración de DBO en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

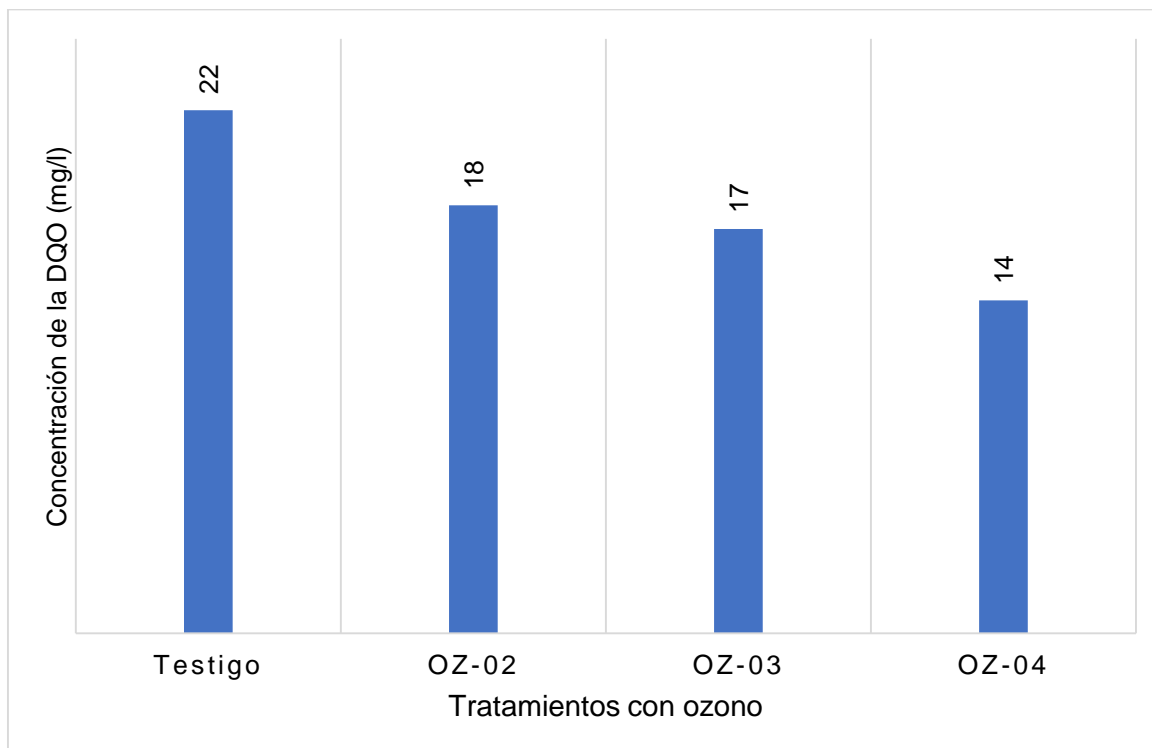


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 20 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el testigo con 7.9mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 4mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 4.2mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 3.8mg/L. Evidenciando que el DBO fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción de DBO.

4.3.4. Concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en tratamiento con ozono

Figura 21: Concentración de DQO en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

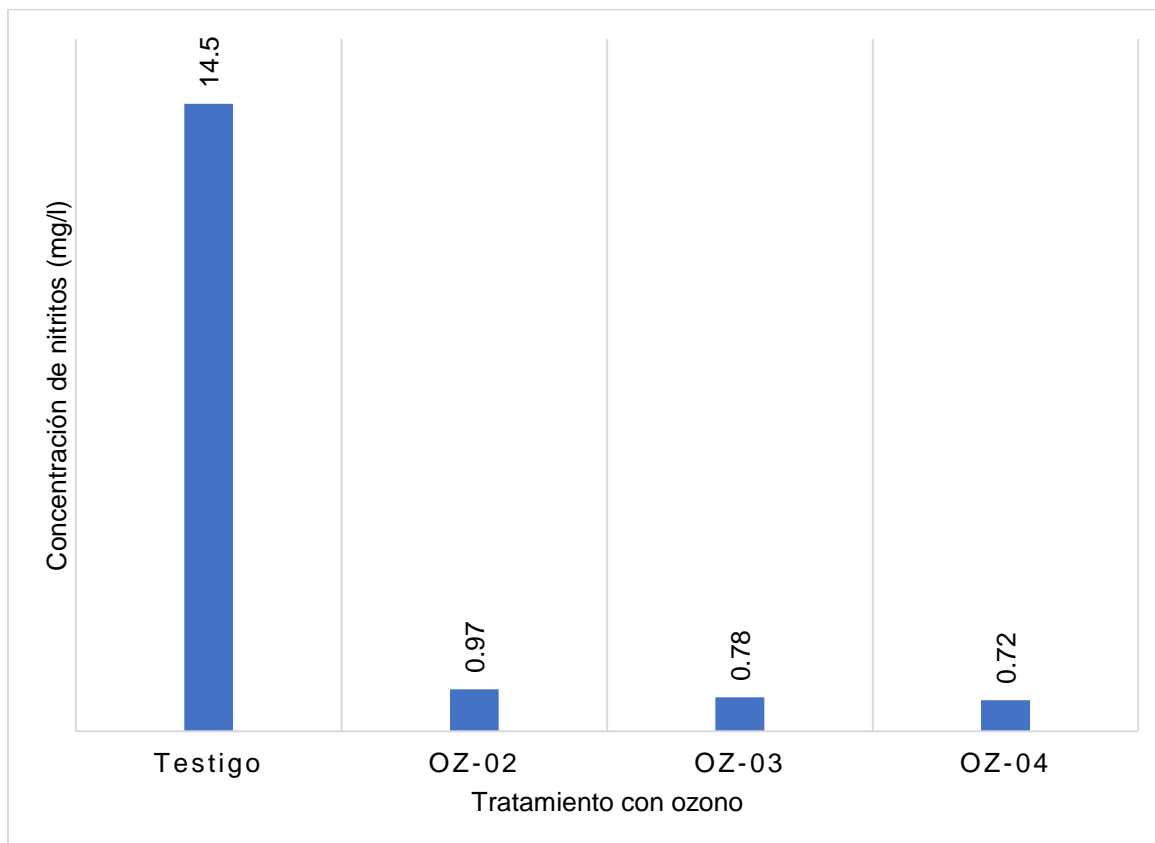


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 21 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de DQO en el testigo con 22mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 18mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 17mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 14mg/L. Evidenciando que la DQO fue de mayor a menor estableciéndose que el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción.

4.3.5. Concentración de nitratos (NO_3^-) en tratamiento con ozono

Figura 22: Concentración de nitratos en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

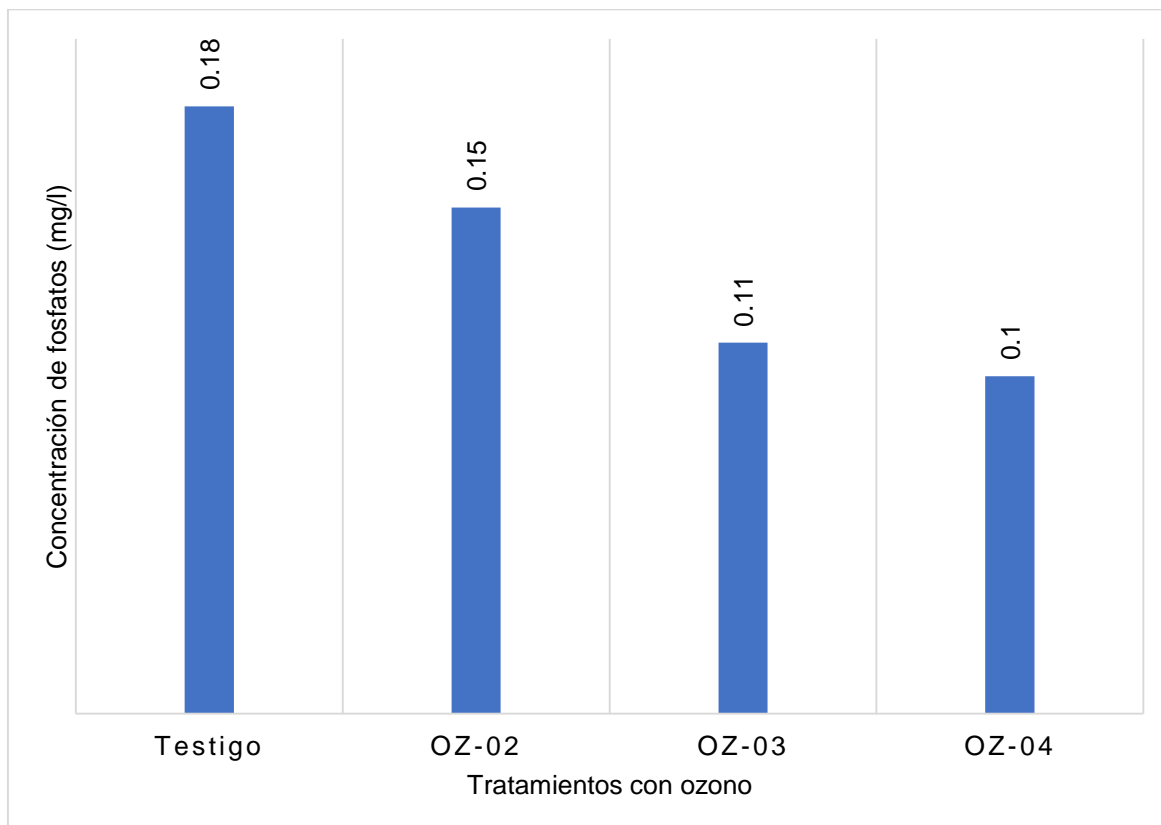


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 22 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de nitritos en el testigo con 14.5mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 0.97mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 0.78mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 0.72mg/L. Evidenciando que los nitritos fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 13 mg/L, que al compáralo el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción de nitritos.

4.3.6. Concentración de fosfatos en tratamiento con ozono

Figura 23: Concentración de fosfatos en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

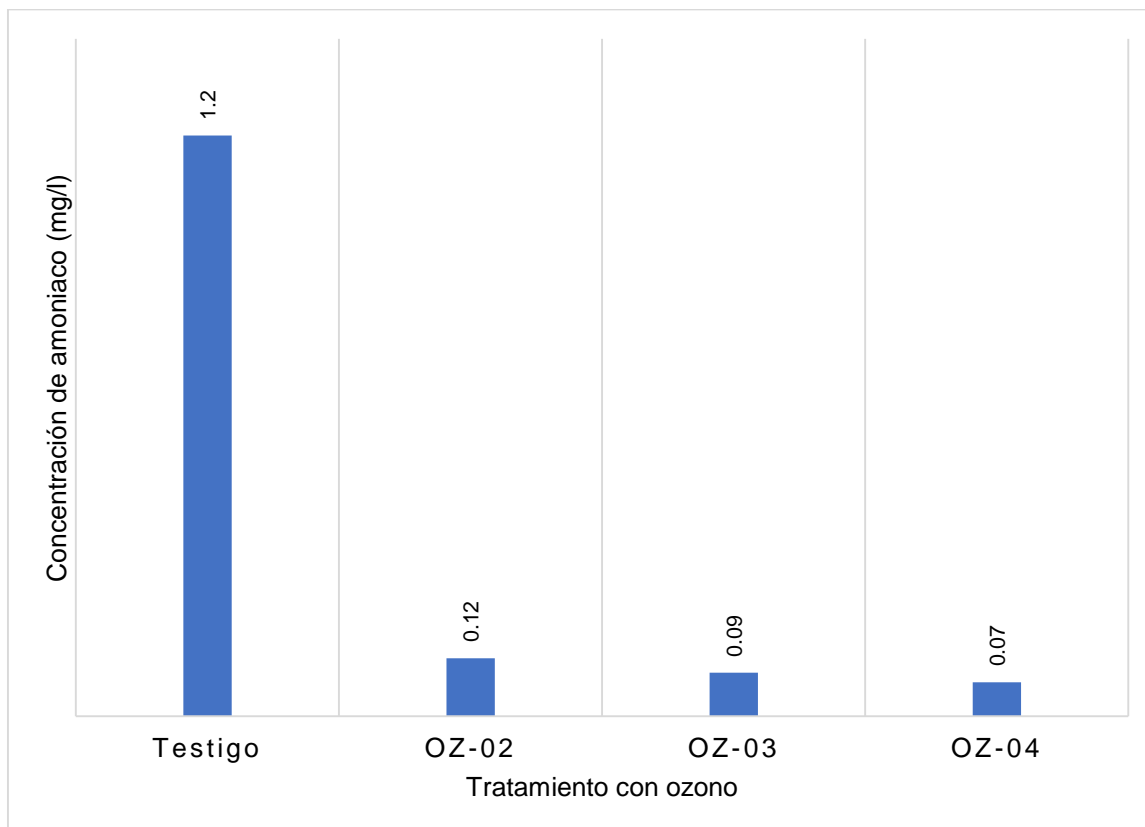


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 23 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de fosfatos en el testigo con 0.18mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 0.15mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 11mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 0.1mg/L. Evidenciando que los fosfatos fueron de mayor a menor estableciéndose que el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción.

4.2.7. Concentración de amoníaco en tratamiento con ozono

Figura 24: Concentración de amoniaco en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

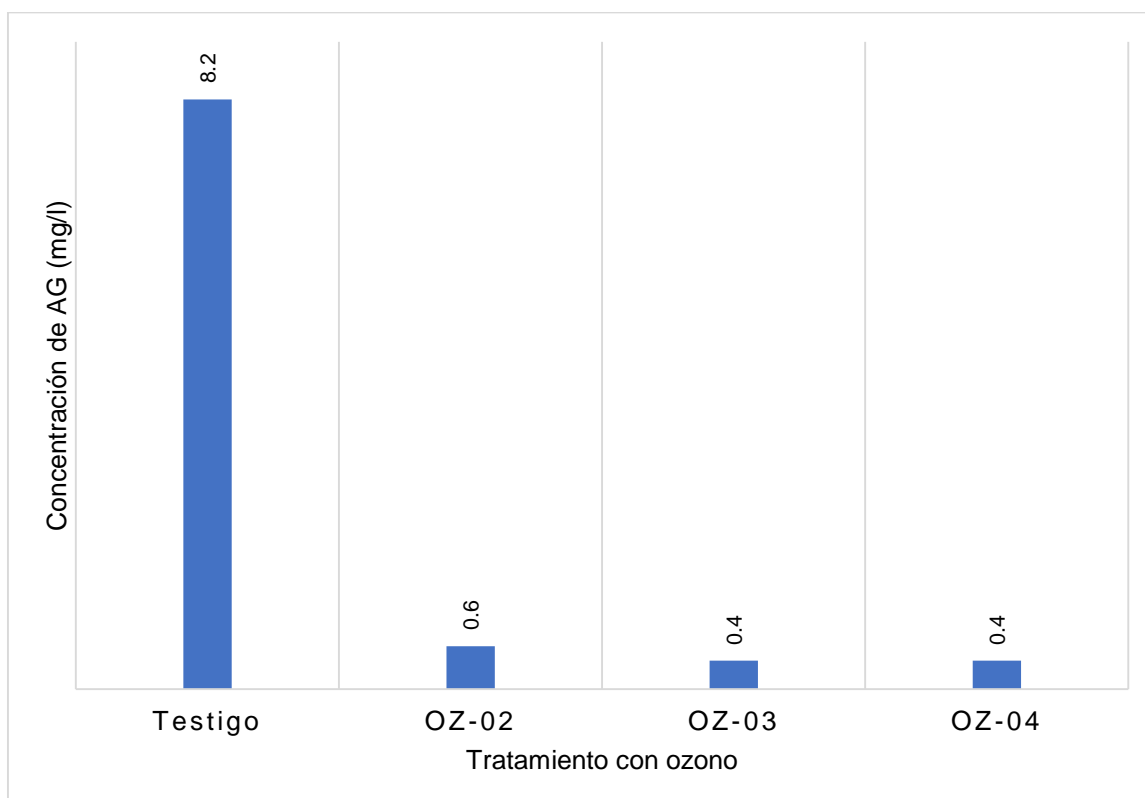


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 24 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de amoníaco en el testigo con 1.2mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 0.12mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 0.09mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 0.07mg/L. Evidenciando que el amonio fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 1 mg/L, que al compáralo el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción de amoniaco.

4.3.8. Concentración de aceites y grasas (AG) en tratamiento con ozono

Figura 25: Concentración de aceites y grasas en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura

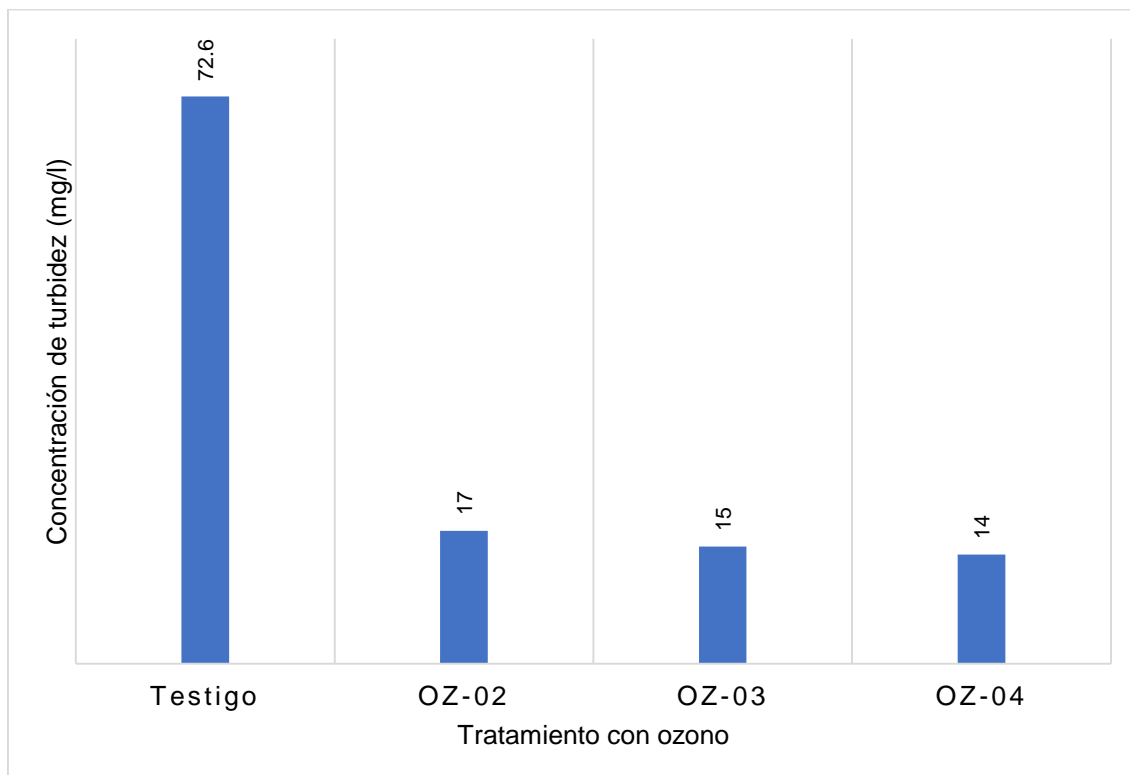


Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 25 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de aceites y grasas (AG) en el testigo con 8.2mg/L, tratamiento con ozono a 30 minutos con 0.6mg/L, tratamiento con ozono a 45 minutos con 0.4mg/L y tratamiento con ozono a 60 minutos con 0.4mg/L. Evidenciando que el aceite y grasas fue disminuyendo de mayor a menor que al ser comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos de la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático es de 5 mg/L, que al compáralo el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción de los aceites y grasas.

4.3.8. Concentración de turbidez en tratamiento con ozono

Figura 26: Concentración de turbidez en el tratamiento con ozono con agua de piscicultura



Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 26 del tratamiento con ozono con agua de piscicultura se encontró la presencia de turbidez en el testigo con 72.6 NTU, tratamiento con ozono a 30 minutos con 17 NTU, tratamiento con ozono a 45 minutos con 15 NTU y tratamiento con ozono a 60 minutos con 14 NTU. Evidenciando que la turbidez fue de mayor a menor estableciéndose que el tratamiento con ozono a 60 minutos tuvo mejor remoción. Asimismo, las concentraciones de cada tratamiento con ozono estuvieron dentro de los valores dado por el ECA para agua.

4.4. Comparación de la eficacia de biofiltros y el ozono en la eliminación de contaminantes emergentes de agua de piscicultura.

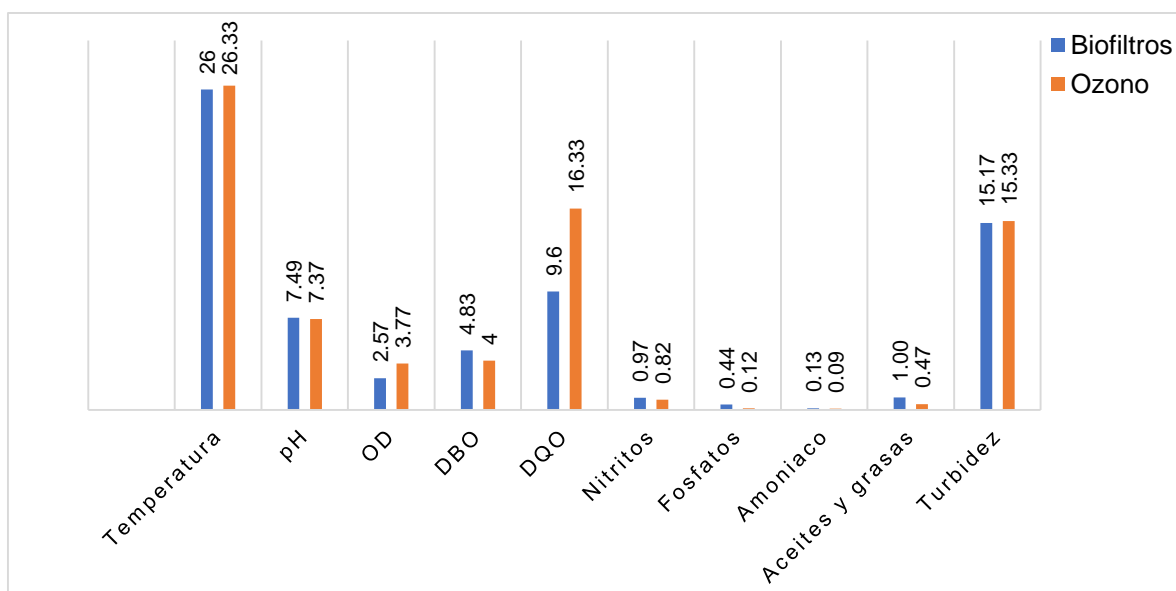
Posteriormente se compararon los contaminantes emergentes tratados con biofiltros y ozono que fueron evaluados como la temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas (AG) y turbidez (NTU) relacionados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) tal como se observa en la tabla 4.

Tabla 4: Eficiencia de remoción de los contaminantes emergentes entre biofiltros y ozono.

Parámetros	Unidad	Comparación		ECA para agua
		Biofiltros	Ozono	
Temperatura	°C	26.00	26.33	***
pH	1-14	7.49	7.37	6.5 a 9.0
OD	mg/L	2.57	3.77	≥5
DBO	mg/L	4.83	4.00	5
DQO	mg/L	9.60	16.33	***
Nitratos	mg/L	0.97	0.82	13
Fosfatos	mg/L	0.44	0.12	***
Amoniaco	mg/L	0.13	0.09	1
Aceites y grasas	mg/L	1.00	0.47	5
Turbidez	NTU	15.17	15.33	***

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 27: Comparación de la eficiencia de remoción de contaminantes emergentes con el sistema de biofiltros y ozono de aguas de piscicultura



Fuente: Elaboración propia, 2023

Finalmente, de la figura 27 de los tratamientos con sistema de biofiltros y ozono se determinaron en base a promedios por cada tratamiento las concentraciones de

temperatura de 26 °C en los biofiltros y 26.33 °C con ozono, 7.49 de pH en los biofiltros y 7.37 con el ozono, 2.57 mg/L de oxígeno disuelto (OD) en los biofiltros y 3.77 mg/L con ozono, 4.83 mg/L de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en los biofiltros y 4 mg/L con ozono, 9.6 mg/L de la demanda química de oxígeno (DQO) en biofiltros y 16.33 mg/L con ozono, 0.97 mg/L de nitratos en los biofiltros y 0.82 mg/L con ozono, 0.44 mg/L de fosfatos en biofiltros y 0.12 mg/L con ozono, 0.13 mg/L de amoníaco en biofiltros y 0.09 mg/L con ozono, 1 mg/L de aceites y grasas en biofiltros y 0.047 mg/L con ozono y 15.17 mg/L de turbidez con biofiltros y 15.33 mg/L con ozono. Donde se determinó mediante la comparación del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del agua, que la temperatura tanto para biofiltros y ozono estuvieron dentro de los valores establecidos, en cuanto al pH los biofiltros tuvieron un valor de 7.49 y el ozono de 7.37, los cuales se encuentran dentro de los valores establecidos por el ECA del agua. De acuerdo al oxígeno disuelto, el valor de 2.57 mg/L de biofiltros y 3.77 mg/L de ozono no sobrepasaron las concentraciones de ≥ 5 mg/L dadas por el ECA de agua, en cuanto al DBO, los valores de 4.83 mg/L y 4.00 mg/L de biofiltros y ozono, respectivamente, no sobrepasaron el valor de 5 mg/L establecidos por el ECA para agua. El DQO tuvo el valor de 9.60 mg/L en los biofiltros y 16.33 mg/L en ozono, los cuales se encontraban dentro de los valores establecidos, en cuanto a los nitratos el valor de 0.97 mg/L en biofiltros y 0.82 mg/L en ozono estuvieron por debajo del valor de 13 mg/L establecido por el ECA, en el fosfato el valor de los biofiltros fue de 0.44 mg/L y 0.12 mg/L en ozono, estos valores estuvieron dentro de las concentraciones establecidas por el ECA para agua. En tanto al amoníaco, los valores de 0.13 mg/L en biofiltros y 0.09 mg/L en ozono, se determinó que los valores están por debajo del valor de 1 mg/L dado por el ECA de agua, en cuanto a los aceites y grasas, la concentración fue de 1.00 mg/L en biofiltros y 0.47 mg/L en ozono, los cuales se encuentran por debajo del valor de 5 mg/L dado por el ECA de agua, la turbidez mostró tener un valor de 15.17 NTU con biofiltros y 15.33 NTU con ozono, estos valores se encuentran dentro de las concentraciones establecidas por el ECA para agua.

4.5. Biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura.

Podemos notar que los contaminantes emergentes en las aguas de efluentes de piscicultura superan los ECAs, demostrado según los análisis de las aguas sin tratar, que al ser comprados con los tratamientos con ozono y biofiltros existe una alta diferencia de disminución de parámetros evaluados (Tabla 5).

Tabla 5: Disminución de los contaminantes emergentes con Ozono y Biofiltros en relación a las aguas sin tratar

Parámetros	Unidad	Tratamientos		Aguas sin tratar
		Biofiltros	Ozono	
Temperatura	°C	26.00	26.33	28.00
pH	1-14	7.49	7.37	6.41
OD	mg/L	2.57	3.77	7.00
DBO	mg/L	4.83	4.00	8.25
DQO	mg/L	9.60	16.33	22.50
Nitritos	mg/L	0.97	0.82	14.50
Fosfatos	mg/L	0.44	0.12	0.28
Amoniaco	mg/L	0.13	0.09	1.35
Aceites y grasas	mg/L	1.00	0.47	13.00
Turbidez	NTU	15.17	15.33	64.05

Fuente: Elaboración propia, 2023

V. DISCUSIÓN

De los tratamientos realizados se determinaron la concentración iniciales de los contaminantes emergentes en el agua de piscicultura, obteniendo como la temperatura de 28°C, pH 6.41, OD 7.00, seguido de DBO 8.25 mg/L, DQO 22.50 mg/L, nitritos 14.50 mg/L, fosfatos 0.28 mg/L, amoniacos de 1.35 mg/L, aceites y grasa de 13.00 mg/L y turbidez de 64.05 NTU. Tanto la investigación como resultados son similares a la investigación de Perlaza y Lache (2021) los cuales determinaron los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua residual proveniente de piscícolas, encontrando un pH de 6.41, DBO₅ de 50.8 mg O₂/L, DQO de 63.1 mg O₂/L, aceites y grasas de 29.6 mg/L, nitrógeno total de 13,2 mg N/L, nitritos de 0,0197 mg N-NO₂/L, nitratos de 5.08 mg N-NO₃/L, nitrógeno amoniacal de <4.61 mg N-NH₃/L, nitrógeno orgánico total de 7.38 mg N/L, fósforo total de 0.125 mg P/L, SST 397 mg/L, turbiedad 158 NTU, conductividad de 244 µS/cm y fósforo reactivo disuelto (leído como ortofosfatos) de 0.067 mg P-PO₄/L. Por otro lado, en la investigación de Calcetero (2021) señala que los parámetros fisicoquímicos iniciales encontrados en la finca el Rocío mostró un DQO es de 14.04 mg O₂/L, DBO₅ 0.00 mg O₂/L, COT 3.23 mg/L, oxígeno disuelto 22.1°C de 6.33 ppm, fosfatos 4.54 mg/L, sulfatos 0.22 mg/L, nitritos < 0,15 mg/L y nitrato 0.01 mg/L.

La contribución de remoción mediante la utilización de biofiltros fue de pH 7.4, OD de 1.2 mg/L, DBO de 2.2 mg/L, DQO de 4 mg/L, nitratos de 0.001 mg/L, fosfatos de 0.04 mg/L, amoniacos de 0.02 mg/L, aceites y grasas de 0.1 mg/L, turbidez de 8.52 NTU. A comparación de la investigación de Quispe y Casimiro (2019) Utilizaron dos biofiltros, de los cuales el primer biofiltro fue más eficiente para eliminar SST, DBO₅ y TC al 95,71 %, 91,55 % y 99,87 %, respectivamente. Al mismo tiempo, los valores del segundo biofiltro fueron 90,33%, 91,23% y 97,28% respectivamente. Por otro lado, el segundo biofiltro tuvo una mayor tasa de eliminación de PO₄-3 del 94,5%, mientras que el primer biofiltro tuvo una tasa de eliminación del 92,23%. Por otro lado, Mendez y Severino (2022) Asimismo, se emplearon biofiltros para tratar aguas residuales, en los cuales el primer biofiltro evidenció una eliminación del 99.63 % de los sólidos suspendidos totales, 99.7 % de aceites y grasas y 99.99 % de detergentes. En contraste, el segundo biofiltro exhibió una eliminación del 99.9%

de sólidos suspendidos totales, 99.75 % de aceites y grasas y 99.99 % de detergentes.

La contribución de remoción con ozono fue de pH de 7.2, OD de 3.2 mg/L, DBO de 4 mg/L, DQO de 14 mg/L, nitritos de 0.72 mg/L, fosfatos de 0.1 mg/L, amoníaco de 0.07 mg/L, aceites y grasas de 0.4 mg/L y turbidez de 14 mg/L. En una investigación similar fue de Gómez et al., (2022) Se empleó el procedimiento de coagulación, floculación, flotación y ozonización para el tratamiento de efluentes, en el cual se produjeron eliminaciones del 32,91% de DQO, 94,54% de turbiedad y 27,38% de COT. Por otro lado, en la investigación de Barahona et al., (2022) realizaron un tratamiento con ozono de aguas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles (COV) en una unidad semi-batch, diagnosticando que el sistema de ozonización es eficiente para la eliminación de los COV, logrando minorar el 96%.

En cuanto a la comparación de la eficacia de biofiltros y el ozono en la supresión de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura se determinó que el tratamiento con ozono resultó ser el más adecuado. En una investigación realizada por Nieto y Huamán (2019) detallaron que a través del proceso de oxidación avanzada lograron una remoción promedio de materia orgánica (DQO) del 83% y una remoción de sólidos suspendidos totales (SST) del 96%, realizando experimentos en condiciones óptimas para caracterizar el agua residual. Reacciones obtenidas por tratamiento: DBO5 (185,6 mg/L), DQO (324 mg/L), SST (38 mg/L) y grasa (9,8 mg/L). Por otro lado, en la investigación de Yahuara (2019) detallo que empleó un sistema biofiltros para tratar aguas residuales, donde obtuvo 32.8% de eficiencia en coliformes totales, DBO5 61.9% y DQO 83.5%.

VI. CONCLUSIONES

Se determinaron la caracterización fisicoquímica en las aguas piscigranja del sector Bello Horizonte antes de los tratamientos con biofiltros y ozono se determinó en base a una temperatura promedio de 28 °C, pH 6.41, oxígeno disuelto 7.00 mg/L, 8.25 mg/L de DBO, 22.50 mg/L de DQO, 14.50 mg/L de nitritos, 0.28 mg/L de fosfatos, 1.35 mg/L de amoníaco, 13.00 mg/L de aceites y grasas y 64.05 NTU de turbidez de efluentes de piscicultura que, mediante la comparación con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos categoría 4 para la Conservación del medio acuático, se evidenció que están por encima de lo permitido considerando agua contaminada.

Se obtuvo la remoción de contaminantes emergentes mediante los sistemas de biofiltro de las aguas de piscicultura, obteniendo un comportamiento menor de las concentraciones de la caracterización fisicoquímica con temperatura de 26 °C, pH 7.56, oxígeno disuelto 1.2 mg/L, DBO 2.2 mg/L, 4 mg/L de DQO, 0.001 mg/L de nitritos, 0.04 mg/L de fosfatos, 0.02 mg/L de amoníaco, 0.01 mg/L de aceites y grasas y 8.52 NTU de turbidez, concentraciones más bajas obtenidas en el BF-04 con la adición de lechuga de agua grande.

Se determino la remoción de contaminantes emergentes con ozono de las aguas de piscicultura, obteniendo un comportamiento menor de las concentraciones de la caracterización fisicoquímica con temperatura de 26 °C, pH 7.5, oxígeno disuelto 3.9 mg/L, DBO 3.8 mg/L, 14 mg/L de DQO, 0.72 mg/L de nitritos, 0.10 mg/L de fosfatos, 0.07 mg/L de amoníaco, 0.4 mg/L de aceites y grasas y 14.0 NTU de turbidez, concentraciones más bajas obtenidas en el OZ-04 con un periodo de tratamiento de 60 minutos.

Se conoció la eficiencia de remoción de contaminantes en los sistemas de tratamiento con biofiltros y ozono, determinando que los biofiltros tuvieron mayor remoción al reducir las concentraciones de contaminantes emergentes por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas de lagunas y lagos Categoría 4 para la Conservación del medio acuático.

VII. RECOMENDACIONES

A futuras investigaciones prevalecer de los análisis iniciales de los posibles contaminantes emergentes que se encuentren en las aguas de las pisciculturas para ser tratadas con sistemas de tratamiento natural, evitando alteraciones en los componentes evaluados.

A los futuros investigadores usar biofiltros de vidrio y plantas de fitorremediación flotantes, lo que acelerará la disminución de las concentraciones de los contaminantes emergentes que se encuentran en las aguas de las piscigranjas.

A los futuros investigadores hacer uso de tratamientos con ozono, ya que es una alternativa eficiente que acelerará la disminución de las concentraciones de contaminantes emergentes que se encuentran en las aguas de las piscigranjas.

A las autoridades promueven el uso de sistemas de tratamiento natural con biofiltros y ozono porque son eficientes en la eliminación de contaminantes emergentes de los efluentes de pisciculturas que se dedicadas a la crianza de alevinos.

REFERENCIAS

- Abdelbary, K., Ali, M., & Abdelfatah, A. (2023). New Biofilter Media For Heavy Metals Removal From Aquaculture Wastewater. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 40(1), 89-108. doi: 10.21608/mjae.2022.174352.1091.
- Abdelfatah, A., Ali, M., & Abdelbary, K. (2022). Recent Used Techniques and Promised Solutions for Biofiltration Treatment of Fish Wastewater. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(11), 181-197. doi: 10.21608/ejchem.2022.116302.5268
- Abdul Latif Ahmad, Jing Yi Chin, Mohd Hazarel Zairy Mohd Harun, Siew Chun Low. (2022) Environmental impacts and imperative technologies towards sustainable treatment of aquaculture wastewater: A review. *Journal of Water Process Engineering* 46, pages 102553. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102553>
- AHMED, Nesar; TURCHINI, Giovanni M. Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner production*, 2021, vol. 297, p. 126604. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>
- Aich, N., Nama, S., Biswal, A., & Paul, T. (2021). A REVIEW ON RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE. *Innovative Farming*, 5(1), 017–024. Retrieved from <https://www.innovativefarming.in/index.php/IF/article/view/109>
- Bambaranda B VASM, Tsusaka TW, Chirapart A, Salin KR, Sasaki N. (2019) Capacity of *Caulerpa lentillifera* in the Removal of Fish Culture Effluent in a Recirculating Aquaculture System. *Processes*; 7(7):440. <https://doi.org/10.3390/pr7070440>
- Barahona et al., (2022) Tratamiento con ozono de aguas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles. *Dom. Cien.*, ISSN: 2477-8818 Vol. 8, núm. 3. Julio- Septiembre, 2022, pp. 319-333. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>
- Barrera G. y Pucuhuanca J. (2020) Reducción De Nitritos Utilizando Un Biofiltro Con Astillas De Eucalipto “*Eucalyptus Globulus*” Para Mejorar La Calidad De Un Efluente Piscícola. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Calcetero, A. (2022) Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca. Universidad Santo Tomás

- Camera-Roda, G., Loddo, V., Palmisano, L., & Parrino, F. (2019). Photocatalytic ozonation for a sustainable aquaculture: a long-term test in a seawater aquarium. *Applied Catalysis B: Environmental*. doi:10.1016/j.apcatb.2019.04.048
- Chen, Shuo; Yu, Jinqi; Wang, Hua; Yu, Hongtao; Quan, Xie (2015). A pilot-scale coupling catalytic ozonation–membrane filtration system for recirculating aquaculture wastewater treatment. *Desalination*, 363, 37–43. doi:10.1016/j.desal.2014.09.006
- Duarte, Edwin (2018) Diseño y Evaluación de un Sistema Biológico para el Tratamiento de Efluentes de la Industria Acuícola. Universidad de Pamplona
- Effendi, Hefni; Widyatmoko, Utomo, Bagus A; Pratiwi, Niken TM (2018). Ammonia and orthophosphate removal of tilapia cultivation wastewater with *Vetiveria zizanioides*. *Journal of King Saud University - Science*, S1018364718303203–. doi:10.1016/j.jksus.2018.04.018
- FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.
- FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
- Gómez Murcia, J. F., Quiroga Barrios, C. A., y Agudelo, R. N. “Tratamiento de aguas residuales generadas en la industria de comunicación gráfica que emplea impresión tipo “Offset”. Estudio de caso”. *Inventum*, vol. 17, n.º 33, pp. 3-12, julio - diciembre 2022. doi: 10.26620/uniminuto.inventum. 17.33.2022.3-12
- Gorito, Ana; Ana R. Lado Ribeiro, M. Fernando R. Pereira, C. Marisa R. Almeida, Adrián M.T. Silva. (2022) Advanced oxidation technologies and constructed wetlands in aquaculture farms: What do we know so far about micropollutant removal? *Environmental Research* 204, pages 111955. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111955>
- Khiari, Zied; Alka, Kumari; Kelloway, Stephen; Mason, Beth; Savidov, Nick (2019). Integration of Biochar Filtration into Aquaponics: Effects on Particle Size Distribution and Turbidity Removal. *Agricultural Water Management*, 105874–. doi:10.1016/j.agwat.2019.105874
- Law Yong, et al. A review of the management of inflow water, wastewater and water reuse by membrane technology for a sustainable production in shrimp farming.

- Journal of Water Process Engineering, 2018, vol. 23, p. 27-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.02.020>
- Lúcio M. Gomes, Jaqueline M. Silva, José L. S. Duarte, Mariana G. Tavares, Elton L. Santos, Sonia S. Machado, Josealdo Tonholo & Carmem L. P. S. Zanta (2020) Ecotoxicological evaluation of a fish farming effluent treated by Fenton oxidation and coagulation process, *Separation Science and Technology*, 55:16, 2967-2976, DOI: 10.1080/01496395.2019.1662808
- Lukwambe, B., Zhao, L., Nicholaus, R., Yang, W., Zhu, J., & Zheng, Z. (2019). Bacterioplankton community in response to biological filters (clam, biofilm, and macrophytes) in an integrated aquaculture wastewater bioremediation system. *Environmental Pollution*, 254, 113035. doi:10.1016/j.envpol.2019.113035
- Méndez J. y Severino D. (2022) Remoción De Contaminantes De Aguas Residuales Por La Influencia Del Área Del Biofiltro Subsuperficial De Flujo Vertical En El Servicentro Very Wash, San Juan De Lurigancho, 2020. Universidad Nacional de Callao.
- Mohamed A. El-Sherbiny, Ghadir A. EL-Chaghaby and Yasser M. Abd El-Shafea. (2019) Treatment of aquaculture waste effluent to be reused in fish culture in Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt. ISSN 1110 – 6131 Vol. 23(1): 233 -243. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.21608/ejabf.2019.27272>*
- Nicula, Nicoleta-Oana, Eduard-Marius Lungulescu, Ioannis A. Ieropoulos, Gimi A. Rimbu, and Ortansa Csutak. (2022). "Nutrients Removal from Aquaculture Wastewater by Biofilter/Antibiotic-Resistant Bacteria Systems" *Water* 14, no. 4: 607. <https://doi.org/10.3390/w14040607>
- Nieto, R. y Huamán J. (2019) Optimización De Los Parámetros Operacionales Del Proceso De Oxidación Avanzada En El Tratamiento De Las Aguas Residuales Provenientes De Un Matadero De Porcinos. Universidad Nacional del Callao
- Noh, Jin Hyung; Yoo, Song Hee; Son, Heejong; Fish, Katherine E.; Douterelo, Isabel; Maeng, Sung Kyu (2019). Effects of phosphate and hydrogen peroxide on the performance of a biological activated carbon filter for enhanced biofiltration. *Journal of Hazardous Materials*, 121778. doi:10.1016/j.jhazmat.2019.121778
- Perlaza Melo, M. P., & Lache Otero, J. D. (2021). Propuesta técnica y económica para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una piscícola ubicada

en el corregimiento de Patio Bonito, Cundinamarca, mediante un humedal artificial.

https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1941?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fing_ambiental_sanitaria%2F1941&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

Pinedo, J. y Vasquez L. (2020) Eficiencia de un sistema de biofiltro en el tratamiento de efluentes de la actividad piscícola, Bello Horizonte – San Martín, 2020. Universidad Cesar Vallejo

Quispe Pulido, A., & Casimiro Vidal, W. (2019). Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domesticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho-Chosica. *Cátedra Villarreal*, 7(1), 66–83. <https://doi.org/10.24039/cv201971325>

Ramos, R. y Gallardo S. (2021) Capacidad de biofiltración de nutrientes y crecimiento de macroalgas utilizando efluentes generados en el cultivo del pez dorado *Seriola lalandi* (Perciformes: Carangidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 56, N°1: 13-21, 2021 DOI: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2021.56.1.2795>

Ruoyun Lin, Fangjie Lv, Hao Zhang, Yang Li, Jiangang Lu, Jiansheng Li. (2023) Synergizing Fenton oxidation and in-situ coagulation over a wide pH range for the simultaneous removal of multiple pollutants. *Chemical Engineering Journal* 454, pages 140340. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140340>

TORNO, Johann, et al. Impact of hydraulic retention time, backflushing intervals, and C/N ratio on the SID-reactor denitrification performance in marine RAS. *Aquaculture*, 2018, vol. 496, p. 112-122. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143057>

Yahuara, M. (2019) Análisis De La Filtración Natural De Aguas Residuales Domésticas En El Caserío De Shushunga 2018. Universidad Nacional de Lambayeque

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO	Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023	
PROBLEMA	GENERAL	¿De qué forma usar un biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023?
	ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? • ¿Cuáles es la contribución de remoción con biofiltros sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? • ¿Cuáles es la contribución de remoción con ozono sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín? • ¿Cómo se comparan la eficacia de biofiltros y el ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín?
OBJETIVOS	GENERAL	Evaluar el uso de un biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023.
	ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. • Determinar la contribución de remoción con biofiltros sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. • Determinar la contribución de remoción con ozono sobre la temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoníaco, aceites y grasas y turbidez de efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín. • Comparar la eficacia de biofiltros y el ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura del sector bello horizonte- San Martín.
HIPÓTESIS	Hipótesis general	Los biofiltros y ozono permitirán la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023.

VARIABLES	Hipótesis específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Las concentraciones iniciales de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas, y turbidez en los efluentes de piscicultura serán superiores a los estándares establecidos para el agua de calidad adecuada. • El uso de biofiltros en el tratamiento de los efluentes de piscicultura resultará en una reducción significativa de las concentraciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas, y turbidez en comparación con las concentraciones iniciales. • La aplicación de ozono en el tratamiento de los efluentes de piscicultura resultará en una reducción significativa de las concentraciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas, y turbidez en comparación con los biofiltros. • Se espera que la eficacia de los biofiltros en la eliminación de contaminantes emergentes en los efluentes de piscicultura sea significativamente mayor en comparación con el ozono. 					
	INDEPENDIENTE Biofiltro y ozono	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de tratamiento • Contaminantes iniciales 	DIMENSIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Biofiltro, ozono • Temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas, turbidez. 	INDICADORES	Nominal Ordinal	Unidad De medida
	DEPENDIENTE Eliminación de contaminantes emergentes	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de contaminantes con biofiltros • Eliminación de contaminantes con ozono 		<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitritos, fosfatos, amoniacos, aceites y grasas, turbidez. 		Ordinal	

Anexo 2: Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA
Independiente: Biofiltro y ozono	<p>El biofiltro es un sistema que ayuda en el tratamiento de las aguas grises provenientes del baño y el lavadero de trastes y ropa (Barrera y Pucuhuanca, 2020).</p> <p>El ozono es un desinfectante de bacterias, virus, parásitos y como una ayuda en la micro floculación y reducción de sólidos suspendidos (Chen et al. 2015).</p>	<p>En base a guías se realizará la construcción de una planta piloto con biofiltros para la eliminación de los contaminantes, además a escala laboratorio se realizará el tratamiento con ozono. Donde se distribuirá por tratamientos, para determinar cuál es el más eficiente.</p>	Contaminantes iniciales	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • Oxígeno disuelto • DBO • DQO • Nitritos • Aceites y grasas • Fosfatos • Turbidez 	<ul style="list-style-type: none"> • C° • pH • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg P/L • NTU 	Ordinal
Dependiente: Eliminación de contaminantes emergentes	<p>Son métodos que dependen de las propiedades químicas del contaminante o reactivo natural incorporado al agua. Podemos destacar la eliminación de contaminantes como el hierro, oxígeno disuelto, la eliminación de fosfatos y nitratos, por procesos de coagulación, procesos electroquímicos,</p>	<p>Se distribuirá por 3 tratamientos, T1: Biofiltro, T2: Ozono y T3: Biofiltro y Ozono, después se realizará análisis de laboratorio de las muestras del agua tratada, así determinar las concentraciones de disminución en comparación con los datos iniciales del</p>	Eliminación de contaminantes con biofiltros	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • Oxígeno disuelto • DBO • DQO • Nitritos • Aceites y grasas • Fosfatos • Turbidez 	<ul style="list-style-type: none"> • C° • pH • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg P/L • NTU 	Ordinal

	oxidación, intercambio de iones, etc. (Lucio et al. 2020).	agua de efluentes de piscicultura.	Eliminación de contaminantes con ozono	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • Oxígeno disuelto • DBO • DQO • Nitritos • Aceites y grasas • Fosfatos • Turbidez 	<ul style="list-style-type: none"> • C° • pOH • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg/l • mg P/L • NTU 	Ordinal
--	------------------------------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

* **NTU** - Es a abreviación de Nephelometric Turbidity Unit, y es la unidad en la que se mide la turbidez de un fluido o la presencia de partículas en suspensión en el agua, cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez.

Anexo 3: Carta de presentación Dr. Andy Lozano Chung



Anexo 1: Carta de presentación a expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 31 de marzo del 2023

DR. Lozano Chung, Andy

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

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

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

Atentamente,

Navarro Escobedo Tifany Susan

DNI: 70163974

Ticsihua Peña Hans Alessandre

DNI: 46594541

Anexo 4: Carta de presentación Mg. Eugenio Herrera Gonzales



Anexo 1: Carta de presentación a expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 31 de marzo del 2023

Ing. Herrera Gonzales, Eugenio

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarles que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

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

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

Atentamente,

Navarro Escobedo Tifany Susan

DNI: 70163974

Ticsihua Peña Hans Alessandre

DNI: 46594541

Anexo 5: Carta de presentación Dra. Karla Luz Mendoza López



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Anexo 1: Carta de presentación a expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Tarapoto, 31 de marzo del 2023

Ing@. Karla Luz Mendoza Lopez

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

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

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

Atentamente,

Navarro Escobedo Tifany Susan

DNI: 70163974

Ticsihua Peña Hans Alessandre

DNI: 46594541

Anexo 6: Constancia de aceptación del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Anexo 2: Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"*** de los autores Navarro Escobedo Tiffany Susan y Ticsihua Peña Hans Alessandre, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de datos durante la experimentación de biofiltro y ozono que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 31 de marzo del 2023

DR.

María Luz Menéndez López
Dra. en Ciencias Ambientales
CIP/ 122149

DNI: 44598700

Anexo 7: Constancia de aceptación del trabajo de investigación



Anexo 2: Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

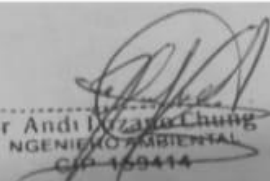
Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"*** de los autores Navarro Escobedo Tiffany Susan y Ticsihua Peña Hans Alessandre, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de datos durante la experimentación de biofiltro y ozono que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Dr. Andi Lozano Chung
INGENIERO AMBIENTAL
CIP 169414

DR. Lozano Chung, Andy

Anexo 8: Constancia de aceptación del trabajo de investigación



Anexo 3: Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***"Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023"*** de los autores Navarro Escobedo Tifany Susan y Ticsihua Peña Hans Alessandre, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de datos durante la experimentación de biofiltro y ozono que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

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

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

Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Ing. EUGENIO HERRERA GONZALEZ
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 100104

Ing. Herrera Gonzales, Eugenio

Anexo 9: Matriz de validación por jueces expertos



Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: _____
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Minimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											X		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											X		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											X		
PUNTAJE TOTAL												90		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento está listo o adecuado para su aprobación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90



Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Anexo 10: Matriz de operacionalización aceptada por los jueces expertos.



Anexo 4: Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Independiente: Biofiltro y ozono	El biofiltro es un sistema que ayuda en el tratamiento de las aguas grises provenientes del baño y el lavadero de trastes y ropa. El ozono es un desinfectante de bacterias, virus, parásitos y como una ayuda en la micro floculación y reducción de sólidos suspendidos.	Se realizará la toma de muestras de agua para determinar el grado de contaminación inicial. Posterior a ello se seguirá con el proceso de construcción de una planta piloto con biofiltros para la eliminación de los contaminantes, además a escala laboratorio se realizará el tratamiento con ozono.	Sistema de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Biofiltro • Ozono 	Nominal
			Contaminantes iniciales	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • DBO • DQO • Nitratos • Nitratos • Oxígeno disuelto • Materia orgánica • Sulfatos • Fosfatos • Turbidez 	Ordinal
Dependiente: Eliminación de contaminantes emergentes	Son métodos que dependen de las propiedades químicas del contaminante o reactivo natural incorporado al agua. Podemos destacar la eliminación de contaminantes como el hierro, oxígeno disuelto, la eliminación de fosfatos y nitratos, por procesos de coagulación, procesos electroquímicos, oxidación, intercambio de iones, etc.	Se realizan análisis de laboratorio de las muestras del agua tratada con biofiltros y ozono, así determinar las concentraciones de disminución en comparación con los datos iniciales del agua de efluentes de piscicultura.	Eliminación de contaminantes con biofiltros	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • DBO • DQO • Nitratos • Nitratos • Oxígeno disuelto • Materia orgánica • Sulfatos • Fosfatos • Turbidez 	Ordinal
			Eliminación de contaminantes con ozono	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • DBO • DQO • Nitratos • Nitratos • Oxígeno disuelto • Materia orgánica • Sulfatos • Fosfatos • Turbidez 	Ordinal


Ingeniero Héctor Sánchez
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 122144


Dr. Aníbal Utrilla
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 122144


Karla Del Arroyo López
 Dra. en Ciencias Ambientales
 CIP 122144

Anexo 11: Matriz de validación por jueces expertos



Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: _____
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Mínimamente aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											X		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											X		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											X		
PUNTAJE TOTAL													90	

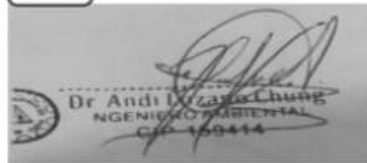
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento está listo o adecuado para su aprobación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90



Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Anexo 12: Ficha validada por jueces expertos para la recolección de contaminantes emergentes como testigo






Anexo 6: Fichas de recolección de datos de contaminantes emergentes como testigo

LUGAR DE ESTUDIO: _____ REALIZADO POR: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE: _____

Título: "Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023".															
Evaluación inicial de laboratorio de las características fisicoquímicas del agua															
Prueba	Coordenadas		Altura	Características fisicoquímicas del agua de piscigranjas											Observaciones
	Norte	Este	MSNM	Temperatura	pH	DBO	DOO	Nitritos	Nitratos	OD	MO	Sulfatos	Fosfatos	Turbidez	
1															
2															
3															

 <p>Ing. Mónica Patricia González INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 100104</p>	 <p>Dr. Andri D. Casca Chung INGENIERO AMBIENTAL CIP 169414</p>	 <p>Karla Daz Hernández López Dra. en Ciencias Ambientales CIP 122149</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo 13: Matriz de validación por jueces expertos



Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: _____
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Minimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											X		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											X		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											X		
PUNTAJE TOTAL													90	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

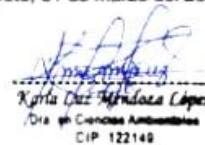
 El instrumento está listo o adecuado para su aprobación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90



Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Anexo 14: Ficha validada por jueces expertos para la recolección datos de contaminantes emergentes tratados.









Anexo 8: Fichas de recolección de datos de contaminantes emergentes tratados

LUGAR DE ESTUDIO: _____ REALIZADO POR: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE: _____

Título: "Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023".															
Evaluación inicial de laboratorio de las características fisicoquímicas del agua tratada															
Prueba	Coordenadas		Altura	Características fisicoquímicas del agua tratada con biofiltros											Observaciones
	Norte	Este	MSNM	Temperatura	pH	DBO	DOO	Nitritos	Nitratos	OD	MO	Sulfatos	Fosfatos	Turbidez	
BF- 01															
BF - 02															
BF - 03															

  Ing. ENRIQUE HERRERA GONZALEZ INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 100104	  Dr. Andri D. Garcia Chung INGENIERO AMBIENTAL CIP 100414	  Karla Luz Mendoza Lopez Dra. en Ciencias Ambientales CIP 122149
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo 15: Matriz de validación por jueces expertos



Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: _____
 Cargo o institución donde labora: _____
 Especialidad o línea de investigación: _____
 Instrumento de evaluación: _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Minimamente aceptable			Aceptable					
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											X				
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											X				
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X				
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											X				
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.											X				
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.											X				
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.											X				
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.											X				
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X				
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											X				
PUNTAJE TOTAL														90		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

 El instrumento está listo o adecuado para su aprobación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Ing. EUGENIO HERRERA GOTZALS
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 100104

Dr. Andi Wazala Chung
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 122140

Tarapoto, 31 de marzo del 2023

Rocio Diaz Miranda Lopez
 Dña. en Ciencias Ambientales
 CIP 122140

Anexo 16: Ficha validada por jueces expertos para la recolección de datos de contaminantes emergentes tratados









Anexo 10: Fichas de recolección de datos de contaminantes emergentes tratados

LUGAR DE ESTUDIO: _____ REALIZADO POR: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE: _____

Título: "Impacto del uso de biofiltro y ozono en la eliminación de contaminantes emergentes en efluentes de piscicultura en San Martín 2023".															
Evaluación inicial de laboratorio de las características fisicoquímicas del agua tratada															
Prueba	Coordenadas		Altura	Características fisicoquímicas del agua tratada con ozono											Observaciones
	Norte	Este	MSNM	Temperatura	pH	DBO	DGO	Nitritos	Nitratos	OD	MO	Sulfatos	Fosfatos	Turbidez	
OJ- 01															
OJ - 02															
OJ - 03															

  Ing. EUGENIO HERNÁNDEZ GOTZALEZ INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 100154	  Dr. Andriana López INGENIERO AMBIENTAL CIP 122149	  Karla Dora Miranda López Dra. en Ciencias Ambientales CIP 122149
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Universidad
César Vallejo

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

Ate, 05 de mayo de 2023

Señor(a)
JORGE NAVARRO TORREZ
GERENTE GENERAL
FUNDO JORGE NAVARRO
CARRETERA BELLO HORIZONTE - SAN MARTIN

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Ate y en el mío propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. Hans Alessandre Ticsihua Peña, con DNI 46594541, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"IMPACTO DEL USO DE BIOFILTRO Y OZONO EN LA ELIMINACIÓN DE**

CONTAMINANTES EMERGENTES EN EFLUENTES DE PISCICULTURA EN SAN

MARTIN 2023", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

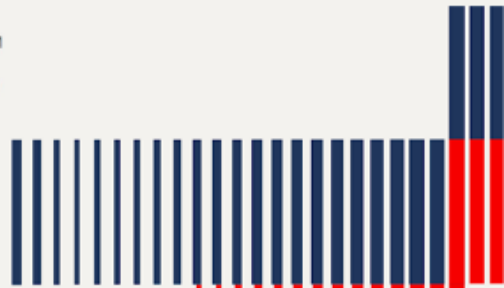
Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: Archivo PTUN.





Universidad
César Vallejo

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

Tarapoto, 05 de mayo de 2023

Señor(a)

JORGE NAVARRO TORRES
GERENTE GENERAL
FUNDO JORGE NAVARRO
SECTOR BELLO HORIZONTE - SAN MARTIN

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Tarapoto y en el mío propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. NAVARRO ESCOBEDO, con DNI 70163974, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"IMPACTO DEL USO DE BIOFILTRO Y OZONO EN LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN EFLUENTES DE PISCICULTURA EN SAN MARTIN 2023FUNDO"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

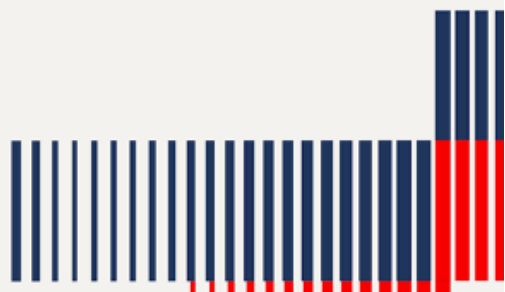
Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: Archivo PTUN.

www.ucv.edu.pe



Anexo 17: Proceso de recolección de muestras de agua de pisciculturas.



Anexo 18: Acondicionamiento de las muestras de agua para el envío al laboratorio.



Anexo 19: Conservación de muestras de agua



Anexo 20: Conservación de muestras de agua



Anexo 21: Proceso de tratamiento del agua de piscicultura con biofiltros.



Anexo 22: Medición de los indicadores como temperatura, pH y CE



Anexo 23: Proceso de tratamiento del agua de piscicultura con ozono.



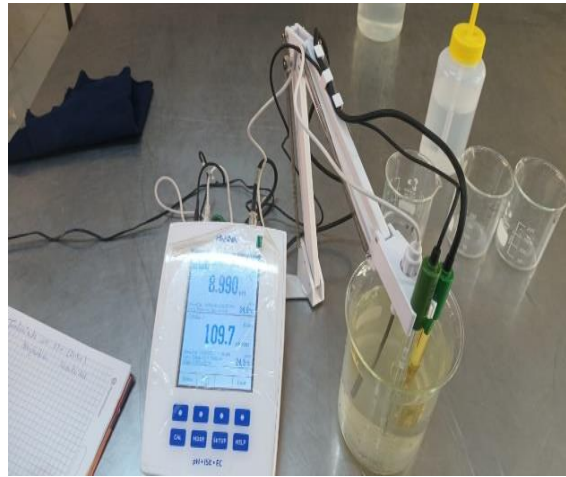
Anexo 24: Control de tiempo de tratamiento de aguas con ozono



Anexo 25: Periodo de tratamiento con ozono de las aguas de piscicultura.



Anexo 26: Medidas de parámetros como temperatura, pH, conductividad eléctrica.



Anexo 27: Medidas y toma de las muestras de aguas tratadas con ozono.



Anexo 28: Medición de los indicadores como temperatura, pH y CE del tratamiento con ozono.

