

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia de la actividad de la piscicultura en  
la calidad del agua del río Vinchos en el distrito  
de Vinchos - Ayacucho, 2021**

Isolda Danitza Salvatierra Cueto

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Verónica Nelly Canales Guerra  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 30 de julio del 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

"INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD DE LA PISCICULTURA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO VINCHOS EN EL DISTRITO DE VINCHOS-AYACUCHO, 2021"

**Autores:**

1. ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
Nº de palabras excluidas: 15
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**ASESORA**

Mg. Blga. Verónica Nelly Canales Guerra

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primera instancia a Dios, quien guía mi camino día a día, me da la fortaleza y sabiduría para seguir de pie y no desistir en lograr mis objetivos, es por ello que ha sido posible llegar hasta esta fase de mi vida.

A la Universidad Continental por haberme permitido continuar desarrollándome como profesional y de una u otra forma poder concluir con una fase más de la vida.

A mi familia por brindarme todo su respaldo y confianza para continuar y cumplir con mis metas planteadas.

Agradezco a la Mg. Blga. Verónica Nelly Canales Guerra, quien me brindo su ayuda, tiempo y apoyo en todo el desarrollo y culminación de mi proyecto de investigación.

A cada una de las personas que estuvieron apoyándome día a día en el transcurso del desarrollo de la investigación, agradecer todas sus ayudas, sus consejos y su dedicación.

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada en primer lugar a Dios quien me brinda salud, sabiduría y guía mis pasos día a día para poder lograr mis objetivos.

A mis padres: Héctor Salvatierra y Nisvit Cueto en muestra de agradecimiento por el apoyo y esfuerzo que realizan por seguir adelante, a mis hermanos: Iker y Jocelyn por la motivación y apoyo constante que me transmiten.

A mi abuelita Nuvita, quien ha estado acompañándome a lo largo de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	15
1.1.    Planteamiento del problema.....	15
1.2.    Formulación del problema .....	17
1.2.1.    Problema general .....	17
1.2.2.    Problemas específicos.....	17
1.3.    Objetivos.....	18
1.3.1.    Objetivo general.....	18
1.3.2.    Objetivo específico .....	18
1.4.    Justificación e importancia.....	18
1.4.1.    Justificación social:.....	18
1.4.2.    Justificación práctica:.....	19
1.4.3.    Justificación ambiental:.....	19
1.4.4.    Importancia: .....	19
1.5.    Limitaciones de la presente investigación.....	19
1.6.    Hipótesis .....	20
1.6.1.    Hipótesis general.....	20
1.6.2.    Hipótesis específicas .....	20
1.7.    Descripción de variables .....	20
1.7.1.    Variable dependiente: Actividad de la piscicultura .....	20
1.7.2.    Variable independiente: Calidad del agua.....	20

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Antecedentes de la investigación .....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes locales.....	28
2.2. Bases teóricas.....	29
2.2.1. La piscicultura.....	29
2.2.2. Sistemas piscícolas.....	29
2.2.3. Piscicultura mundial.....	30
2.2.4. Reproducción en la piscicultura .....	30
2.2.5. Calidad del agua.....	30
2.2.6. Parámetros del agua que intervienen en la piscicultura .....	30
2.2.7. Contaminación del agua.....	32
2.2.8. Categorías de contaminación hídrica .....	32
2.2.9. Principales causas de la contaminación del agua .....	32
2.2.10. Calidad y contaminación de agua en la actividad de la piscicultura .....	33
2.2.11. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.....	33
2.2.12. Ríos .....	37
2.2.13. Elementos de los ríos .....	37
2.2.14. Amenazas en los Ríos .....	38
2.3. Definición de términos:.....	38
2.3.1. Peces .....	38
2.3.2. Piscicultura.....	39
2.3.3. Agua.....	39
2.3.4. Calidad .....	39
2.3.5. Contaminación .....	39
2.3.6. Sólidos en suspensión .....	39
2.3.7. Ríos .....	39

2.3.8.	Estanques .....	40
2.3.9.	Encalado.....	40
2.3.10.	Alevinaje .....	40
2.3.11.	Reproducción natural .....	40
2.3.12.	Reproducción artificial.....	40
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		42
3.1.	Método, tipo o alcance de la investigación .....	42
3.1.1.	Método .....	42
3.1.2.	Tipo y alcance de la investigación. ....	42
3.1.3.	Diseño de la investigación. ....	42
3.2.	Materiales y métodos .....	43
3.2.1.	Ubicación del área de estudio. ....	43
3.2.2.	Población.....	43
3.2.3.	Muestra .....	43
3.2.4.	Procedimientos.....	43
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		48
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de información.....	48
4.1.1.	Resultados referentes al objetivo específico 1 .....	48
4.1.2.	Resultados referentes referentes al objetivo específico 2.....	55
4.1.3.	Resultados refrentes al objetivo específico 3 .....	70
4.1.4.	Resultados refrentes al objetivo general .....	75
4.1.	Discusión de resultados.....	77
CONCLUSIONES .....		81
RECOMENDACIONES.....		82
REFERENCIAS.....		83
ANEXOS. ....		88
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....		88
ANEXO 02. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....		90
ANEXO 03. DATOS OBTENIDOS.....		91

ANEXO 04. ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	92
ANEXO 05. PRUEBA DE NORMALIDAD .....	100
ANEXO 06. REPORTE FOTOGRÁFICO.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros seleccionados .....	44
Tabla 2. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	49
Tabla 3. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	51
Tabla 4. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	53
Tabla 5. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	59
Tabla 6. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	61
Tabla 7. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	63
Tabla 8. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	65
Tabla 9. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	67
Tabla 10. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	69
Tabla 11. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.....	73
Tabla 12. Estadísticos de la calidad de agua del río Vinchos .....	75
Tabla 13. Prueba de la hipótesis general.....	75
Tabla 14. Prueba de normalidad .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la piscigranja Hatumpampa, Vinchos- Huamanga . . . . .	43
Figura 2. Puntos de muestreo entrada y salida post test y pre test. ....	45
Figura 3. Envases usados las muestras. ....	46
Figura 4. Medición de la temperatura a la entrada de la piscigranja. ....	47
Figura 5. Resultados para la turbidez (NTU) . . . . .	48
Figura 6. Resultados para la temperatura (°C) . . . . .	49
Figura 7. Resultados para la conductividad (mS/cm <sup>2</sup> ) . . . . .	49
Figura 8. Gráfica de cajas de diferencias para la turbidez. ....	50
Figura 9. Histograma de entrada y salida para la turbidez. ....	51
Figura 10. Gráfica de cajas de entrada y salida para la turbidez. ....	51
Figura 11. Gráfica de cajas de diferencias para la temperatura. ....	52
Figura 12. Gráfica de histogramas de entrada y salida para la temperatura. ....	52
Figura 13. Gráfica de cajas de entrada y salida para la temperatura. ....	53
Figura 14. Gráfica de cajas de diferencias para la conductividad. ....	54
Figura 15. Histograma de entrada y salida para la conductividad. ....	54
Figura 16. Gráfica de cajas de entrada y salida para la conductividad. ....	55
Figura 17. Resultados para el oxígeno disuelto (mg/L) . . . . .	55
Figura 18. Resultados para los sólidos totales disueltos (mg/L) . . . . .	56
Figura 19. Resultados para el pH. ....	57
Figura 20. Resultados para los sólidos totales de suspendidos (mg/L) . . . . .	57
Figura 21. Resultados para sólidos sedimentables (mg/L) . . . . .	58
Figura 22. Resultados para DBO5 (mg/L) . . . . .	58
Figura 23. Gráfica de cajas de diferencias para el pH. ....	59
Figura 24. Histograma de entradas y salidas para el pH . . . . .	60
Figura 25. Gráfica de cajas de entrada y salida para el pH . . . . .	60
Figura 26. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos totales disueltos. ....	61
Figura 27. Histograma de entrada y salida para los sólidos totales disueltos. ....	62
Figura 28. Gráfico de cajas de entrada y salida para los sólidos totales disueltos. ....	62
Figura 29. Diagrama de cajas de diferencias para oxígeno disuelto. ....	63
Figura 30. Histograma de entrada y salida para el oxígeno disuelto . . . . .	64
Figura 31. Gráfica de caja para entrada y salida para el oxígeno disuelto. ....	64
Figura 32. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos totales suspendidos. ....	65
Figura 33. Histograma de entrada y salida para los sólidos totales suspendidos. ....	66
Figura 34. Gráfica de cajas de entrada y salida para los sólidos totales suspendidos. ....	66
Figura 35. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos sedimentables. ....	67

Figura 36. Histograma de entrada y salida para los sólidos sedimentables. ....	68
Figura 37. Gráfico de cajas de entrada y salida para los sólidos sedimentables. ....	68
Figura 38. Gráfica de cajas de diferencias para de la DBO5. ....	69
Figura 39. Histograma de entrada y salida para la DBO5. ....	70
Figura 40. Gráfica de cajas de entrada y salida para la DBO5. ....	70
Figura 41. Resultados para coliformes totales (UFC/100ml).....	71
Figura 42. Resultados de los parámetros finales de las muestras de agua del río Vinchos.....	72
Figura 43. Gráfica de cajas de diferencias para de los coliformes totales. ....	73
Figura 44. Histograma de entrada y salida para los coliformes totales.....	74
Figura 45. Gráfica de cajas para entrada y salida de los coliformes totales.....	74

## RESUMEN

Esta indagación se ejecutó en el distrito de Vinchos, donde existen 24 criaderos que reproducen y venden truchas, se planteó como fin principal evaluar cómo la actividad piscícola impactaba sobre la calidad del agua del río Vinchos. Esto mediante un enfoque cuantitativo y explicativo, un diseño pre experimental preexperimental de corte transeccional, específicamente de tipo pretest y posttest, con un solo grupo y sin grupo control. Se evaluaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la entrada y salida del agua. Los datos fueron recopilados, procesados y evaluados siguiendo los lineamientos de calidad de agua, evidenciando que, los parámetros físicos como turbidez, temperatura y conductividad no muestran variaciones significativas con valores de  $p$  iguales a 0.808, 0.895 y 0.008, respectivamente. Los parámetros químicos evidencian que no existen diferencias significativas en el pH ( $p = 0.132$ ) ni en los sólidos totales disueltos ( $p = 0.061$ ). En contraste, se destacaron significativas diferencias en el oxígeno disuelto ( $p = 0.026$ ), sólidos sedimentables ( $p = 0.014$ ), sólidos totales suspendidos ( $p=0.008$ ) y DBO5 ( $p = 0.025$ ). Finalmente, el análisis microbiológico estableció una diferencia significativa ( $p=0.025$ ) en los coliformes totales. En conclusión, se reveló que la actividad de la piscicultura no influye de manera significativa sobre todos los parámetros evaluados, destacando que algunos parámetros mantienen estabilidad relativa, mientras que otros experimentan variaciones significativas. Se recomienda adoptar estrategias de administración y supervisión con el fin de salvaguardar la excelencia de la calidad del agua y contrarrestar potenciales consecuencias adversas vinculadas a la acuicultura en esta área.

**Palabras clave:** Piscicultura, calidad de agua, río, Vinchos, sistemas piscícolas, medio ambiente.

## ABSTRACT

This investigation was carried out in the district of Vinchos, where there are 24 hatcheries that reproduce and sell trout, the main purpose was to evaluate how the fish farming activity impacted the water quality of the Vinchos River. This is done through a quantitative and explanatory approach, a cross-sectional pre-experimental design, specifically pretest and posttest type, with a single group and no control group. The physical, chemical and microbiological parameters of the water inlet and outlet were evaluated. The data were collected, processed and evaluated following water quality guidelines, showing that physical parameters such as turbidity, temperature and conductivity do not show significant variations with p values equal to 0.808, 0.895 and 0.008, respectively. The chemical parameters show that there are no significant differences in pH ( $p = 0.132$ ) or total dissolved solids ( $p = 0.061$ ). In contrast, significant differences were highlighted in dissolved oxygen ( $p = 0.026$ ), settleable solids ( $p = 0.014$ ), total suspended solids ( $p = 0.008$ ) and BOD5 ( $p = 0.025$ ). Finally, the microbiological analysis established a significant difference ( $p=0.025$ ) in total coliforms. In conclusion, it was revealed that fish farming activity does not significantly influence all the parameters evaluated, highlighting that some parameters maintain relative stability, while others experience significant variations. It is recommended to adopt management and supervision strategies in order to safeguard the excellence of water quality and counteract potential adverse consequences linked to aquaculture in this area.

**Keywords:** Fish farming, water quality, Vinchos river, fish systems, environment.

## INTRODUCCIÓN

Con el propósito de establecer como la actividad piscícola influía sobre la calidad de agua del río Vinchos, se efectuó el monitoreo de estas aguas, tanto a la entrada como a la salida de estas instalaciones. En los últimos tiempos la actividad de la piscicultura se ha ido desarrollando y avanzando tecnológicamente, en la actualidad en el distrito de Vinchos existen 12 piscicultores, los cuales aún no reciben una adecuada enseñanza para poder ejecutar un adecuado cuidado del medioambiente.

La piscicultura es una de las actividades económicas que utiliza recursos naturales para transformarlos en productos dándole así un valor económico, al transformarlo produce desechos que necesitan otros servicios para ser asimilados.

El cultivo de peces ha emergido como una alternativa valiosa para la producción de alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, las repercusiones de esta actividad se manifiestan en las alteraciones de la calidad del agua, afectando así los ecosistemas acuáticos.

De esta manera preservar la calidad de los cuerpos de agua, como los ríos, es esencial cuando se busca aprovecharlas para fines agrícolas o consumo humano. Lo cual permitirá un consumo saludable para la población, a la vez la conservación de ecosistemas acuáticos que puedan verse afectados.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del problema**

La piscicultura, una rama de la acuicultura enfocada en la crianza de peces, ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas debido a la creciente demanda de productos pesqueros y a la necesidad de diversificar las fuentes de alimentos (1). Esta actividad se ha convertido en una importante fuente de ingresos y empleo en muchas regiones del mundo, contribuyendo al desarrollo económico y a la seguridad alimentaria. Sin embargo, a medida que la piscicultura se intensifica y se expande, surgen preocupaciones sobre su impacto en el medioambiente, particularmente en la calidad del agua (2).

Asimismo, interacción entre la piscicultura y la calidad del agua es tema complejo; ya que, por un lado, el éxito de la acuicultura depende intrínsecamente de la calidad del agua, que debe mantenerse dentro de parámetros óptimos para asegurar la salud y el crecimiento adecuado de los peces; además, los piscicultores están obligados a monitorear y ajustar continuamente los niveles físicos, químicos y biológicos del agua para promover un ambiente saludable para las especies que crían (3). Por el contrario, en ausencia de la integración de metodologías sostenibles, la industria de la acuicultura tiene el potencial de causar un deterioro notable en la calidad del agua; del mismo modo, la acumulación de subproductos del pescado, los piensos no consumidos y las sustancias aplicadas durante el proceso de cultivo en el medio acuático puede provocar modificaciones en su composición química, esto, a su vez, contribuye a fenómenos perjudiciales como la eutrofización, la disminución de los niveles de oxígeno disuelto y la proliferación de floraciones de algas nocivas (4).

A nivel internacional, la piscicultura ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción acuícola mundial alcanzó los 82,1 millones de toneladas en 2018, de las cuales el 54,3% provino de la piscicultura. Este crecimiento ha sido impulsado por la creciente demanda de productos pesqueros, que se espera que aumente en un 18% para 2030

(5). Sin embargo, este rápido desarrollo de la piscicultura ha generado preocupaciones sobre su impacto en la calidad del agua; dado que, estudios realizados en diferentes partes del mundo han demostrado que la actividad piscícola puede contribuir significativamente a la eutrofización de los cuerpos de agua, con un aumento considerable en los niveles de nitrógeno y fósforo en las áreas cercanas a las granjas piscícolas. Además, se ha observado que la piscicultura puede ser responsable de una disminución notable del oxígeno disuelto en algunos ecosistemas acuáticos, lo que puede tener graves consecuencias para la biodiversidad y la salud de los ecosistemas (6).

En América Latina, la piscicultura ha registrado un crecimiento notorio durante las últimas décadas, destacándose países como: Chile, Brasil, Ecuador y México, líderes en este ámbito. Asimismo, la producción acuícola en la región de América Latina y el Caribe ascendió a 3,1 millones de toneladas, lo que corresponde a aproximadamente el 3,8% de la producción global. Este aumento se debe, en gran medida, a la creciente demanda interna de productos del mar y al auge de las exportaciones; no obstante, el desarrollo acelerado de esta industria ha suscitado inquietudes en torno a su impacto ambiental, particularmente sobre la calidad del agua (7). Asimismo, se ha evidenciado que la actividad piscícola puede contribuir significativamente a la eutrofización de los cuerpos de agua, representando una carga contaminante en zonas con alta densidad de granjas acuícolas; adicionalmente, se ha registrado que la piscicultura puede ser responsable de la reducción de oxígeno disuelto en ciertos ecosistemas acuáticos de la región. Este fenómeno tiene potenciales efectos adversos sobre la biodiversidad y la salud general de los ecosistemas, planteando un desafío crítico para la sostenibilidad de este sector (4).

La piscicultura en el Perú ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, alcanzando una cosecha de 161,279 toneladas métricas (TM) en 2019, con un incremento del 14.2% respecto al año anterior. La acuicultura marítima representó el 65% de la producción total, destacando los departamentos de Piura y Tumbes como los principales productores. Las especies más cultivadas fueron las conchas de abanico, los langostinos y las truchas, que

dominaron tanto las exportaciones como la venta interna. Sin embargo, este acelerado desarrollo ha suscitado inquietudes sobre su influencia en la calidad del agua, puesto que se ha evidenciado que la piscicultura puede contribuir significativamente a la eutrofización de los cuerpos hídricos y ser responsable de una notable disminución del oxígeno disuelto en varios ecosistemas acuáticos del país, lo que puede acarrear severas repercusiones para la biodiversidad y la salud de estos entornos naturales (8).

En el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, la piscicultura ha crecido notablemente cerca del río Vinchos, siendo una de las principales actividades económicas de la zona, este crecimiento ha suscitado preocupaciones sobre su impacto en la calidad del agua del río, especialmente debido a estudios que indican que la piscicultura puede causar eutrofización significativa y reducción del oxígeno disuelto, afectando negativamente la biodiversidad y la salud de los ecosistemas acuáticos. A pesar de la importancia económica de esta actividad, se ha observado una falta de monitoreo adecuado de la calidad del agua en el río, que es crucial tanto para las comunidades aguas arriba como para las operaciones de las piscigranjas aguas abajo; asimismo, dada la dependencia de los habitantes del distrito en el río para la agricultura, la ganadería y el consumo humano, es crucial evaluar y monitorear el impacto de la piscicultura para garantizar un desarrollo sostenible que preserve este importante recurso hídrico.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros físicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?
- ¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros químicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?

- ¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros microbiológicos (coliformes totales) del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

#### **1.3.2. Objetivo específico**

- Determinar la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros físicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.
- Determinar la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros químicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.
- Determinar la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros microbiológicos (coliformes totales) del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

### **1.4. Justificación e importancia**

#### **1.4.1. Justificación social**

El río Vinchos tiene su nacimiento en las alturas del distrito de Vinchos y es fuente de agua para el distrito y sus centros poblados ubicados a lo largo del borde del río. La presente investigación tiene como finalidad determinar los efectos en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del río Vinchos, para generar conocimientos de los posibles tratamientos y métodos que se pueden utilizar de acuerdo con el uso que se le va dando. Además, este proyecto aporta como un antecedente para investigaciones futuras, en la localidad y en diferentes lugares ya que este tema viene cobrando mayor relevancia y atrae a un mayor número de personas dedicadas a su desarrollo de manera artesanal y sin un asesoramiento técnico.

#### **1.4.2. Justificación práctica**

La información generada en el presente estudio servirá para establecer un mejor manejo de la actividad de la piscicultura en cuanto al manejo del agua y del proceso en general que permita inclusive optimizar los procesos.

#### **1.4.3. Justificación ambiental**

La calidad ambiental del río Vinchos es crucial para mantener un ecosistema acuático equilibrado y funcional. La actividad piscícola puede alterar parámetros como la turbidez, la concentración de nutrientes y la oxigenación del agua, lo cual puede afectar a los organismos acuáticos y a la capacidad del río para autorregenerarse

#### **1.4.4. Importancia**

Los resultados de esta investigación pueden servir como base científica para desarrollar políticas públicas y regulaciones efectivas que guíen la gestión de la piscicultura en la región. Esto incluye medidas para mitigar impactos negativos y promover prácticas responsables ya que en la actualidad no existe un control de las aguas que salen de las piscigranjas y que llegan a los cuerpos de agua y que son posteriormente utilizadas en otras actividades productivas y/o de consumo humano sin un tratamiento adecuado.

### **1.5. Limitaciones de la presente investigación**

Esta investigación presentó ciertas limitaciones que es importante reconocer. En primer lugar, el estudio se circunscribió a una piscigranja específica ubicada en el distrito de Vinchos, por lo que los resultados obtenidos podrían no ser extrapolables a otras granjas piscícolas en la región o el país. Además, el periodo de muestreo se limitó a 6 semanas consecutivas, lo cual brinda una visión puntual, pero no permite analizar posibles variaciones estacionales o a largo plazo. Asimismo, los parámetros evaluados se restringieron a los físicos, químicos y microbiológicos básicos, dejando de lado otros contaminantes emergentes o parámetros más específicos. Otra limitación fue la imposibilidad de contar con un grupo control debido a la falta de una fuente de agua no

impactada por la actividad piscícola en la zona de estudio. Finalmente, factores externos como las condiciones climatológicas cambiantes durante el muestreo pudieron haber influido en algunos de los resultados obtenidos.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

Existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- Existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en los parámetros físicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.
- Existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en los parámetros químicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.
- Existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en los parámetros microbiológica del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

## **1.7. Descripción de variables**

### **1.7.1. Variable dependiente: Actividad de la piscicultura**

Se refiere al cultivo de peces mediante diferentes métodos y procedimientos que promueven y controlan la reproducción de estas, en peceras, estanques, ríos y otros lugares donde el agua es el entorno principal, se medirá de acuerdo a las siguientes dimensiones:

- Cultivo de truchas

### **1.7.2. Variable independiente: Calidad del agua**

Se refiere a las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua, que serán usadas como estándares con respecto a los cuales se puede evaluar el estado en el que se encuentra el agua, de acuerdo a las siguientes dimensiones:

- Parámetros físicos
- Parámetros químicos
- Parámetros microbiológicos

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

El estudio titulado "Influencia de cultivos piscícolas en la calidad del agua y comunidades bacterianas en el sedimento del lago Guamuez", fue llevado a cabo en el lago Guamuez durante la temporada de baja precipitación. Durante el desarrollo del estudio, se tomaron muestras de agua a diversas profundidades (0, 10 y 20 m) y de sedimentos a 20 m, con la intención de examinar el impacto de la intensidad del cultivo de truchas arcoíris (extensivo, semi-intensivo e intensivo) en los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbidez, DBO5 y DQO. Se observaron variaciones significativas ( $p < 0,05$ ) en las características fisicoquímicas y los nutrientes del agua en diferentes zonas y profundidades de las muestras, siendo más notorias a medida que aumentaba la intensidad del cultivo. Conjuntamente, se identificaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los nutrientes de los sedimentos, el carbono orgánico total y la materia orgánica, siendo menos favorables en el cultivo semi-intensivo e intensivo en comparación con el cultivo extensivo y el punto de control. Asimismo, debido a la excreción de amoníaco en la superficie del agua y la degradación a través del ciclo del nitrógeno hasta el sedimento, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la proporción y densidad celular de las bacterias oxidantes de amonio (BOA) y las bacterias oxidantes de nitrito (BON) en la cultura intensiva. En conclusión, se demostró que las estaciones más productivas, especialmente aquellas con cría de truchas arcoíris en jaulas flotantes, afectaron adversamente la calidad del agua y los sedimentos, ejerciendo también influencia sobre la actividad bacteriana. (9)

En la tesis "Efecto de la crianza de peces en la calidad del agua de los ríos en el noreste de España", se analizaron los impactos de las actividades de acuicultura en el entorno acuático, focalizándose en la calidad del agua de doce ríos en el noreste de España. Para cada río, se designaron dos puntos de muestreo: uno aguas arriba de las instalaciones acuícolas y otras aguas abajo del punto de liberación de efluentes de la piscifactoría. Con el fin de evitar interpretaciones equivocadas derivadas de la ubicación de la cuenca y las variaciones estacionales, se llevó a cabo un análisis estadístico estratificado. Se evidenciaron descensos notables en los niveles de pH y oxígeno disuelto, en contraste con el aumento significativo en la demanda química de oxígeno, amonio, fosfatos y

parámetros microbiológicos aguas abajo de las descargas de la piscifactoría. También se hallaron otras variaciones significativas en la conductividad y la temperatura. De acuerdo con las regulaciones europeas y locales en relación con el apoyo a las poblaciones de peces, nuestros resultados se hallaron dentro de los límites permitidos para las aguas de salmónidos. Sin embargo, se sugiere el desarrollo de investigaciones adicionales para estudiar las interacciones ecológicas entre las poblaciones de peces cultivados y salvajes (10).

En el trabajo “Un método novedoso para el monitoreo y control de la calidad de agua en la acuicultura usando el internet de las cosas (IoT) “, se implementó un sistema de Internet de las Cosas (IoT) destinado al monitoreo y control de los parámetros del agua en la acuicultura, capaz de detectar y controlar parámetros como la temperatura, el valor de pH, el oxígeno disuelto, el nivel del agua, el detector de olores desagradables y el amoníaco en el agua. Los nodos de sensores recopilaban datos en tiempo real del agua y los remitían al procesador Arduino para su procesamiento. Si los parámetros medidos excedían el rango deseado, el procesador activaba el controlador correspondiente para tomar las medidas necesarias. Los valores medidos de los sensores también se enviaban a la nube mediante un módem wifi y se podían visualizar en la sala de control. Igualmente, los valores se enviaban como mensajes cortos a la persona responsable mediante un módem GSM. El sistema presentado fue compatible y se pudo utilizar en cualquier tipo de sistema de acuicultura. (11)

Mediante el estudio denominado “Contaminación por metales pesados y evaluación del riesgo ecológico en el agua y sedimentos del río Halda, Bangladesh: un hábitat natural para la cría de peces”, se analiza la distribución, contaminación y posibles riesgos ecológicos asociados a estos metales y metaloides. Las fracciones de masa promedio de As, Cd y Pb son relativamente más altas en los sedimentos en comparación con los valores de referencia, mientras que las fracciones de concentración de Al, Fe, Mn y Pb en el agua son más altas que los valores de referencia internacionales. Los resultados de los diferentes índices de contaminación indican que los sedimentos del río Halda están ligeramente contaminados por As y Pb, y moderada a ampliamente contaminados por Cd. Las valoraciones de riesgo ecológico muestran un riesgo ecológico considerable a alto debido a Cd. El análisis estadístico multivariado revela el origen de los contaminantes en el río, mostrando que Cr, Zn, Pb y Cd provienen de actividades antropogénicas, mientras que los otros metales proceden de acciones litogénicas naturales. (12)

En la investigación titulada “Altos niveles de contaminación por microplásticos en el agua de acuicultura de estanques de peces en el estuario del río Pearl en Guangzhou, China” desarrollaron una investigación sobre la abundancia y características (forma, color, tamaño y composición) de los MP’s en el agua de acuicultura y los influentes de los estanques en el estuario del río Pearl en Guangzhou, China, manejando un método mejorado de separación. El muestreo en masa y el método de separación mejorado mediante la combinación de etanol y cloruro de poli aluminio (PAC) aumentaron significativamente la eficiencia de separación de MP’s, especialmente para partículas con un tamaño inferior a  $<333 \mu\text{m}$ . Los hallazgos reportaron que se descubrieron MP’s en todas las muestras de agua de los estanques de peces en las dos estaciones experimentales, con una abundancia de 10.3-60.5 partículas/L (S1) y 33.0-87.5 partículas/L (S2), respectivamente. Conjuntamente, la abundancia promedio de MP’s en el agua de acuicultura (42.1 partículas/L) fue mayor que en los influentes de los estanques (32.1 partículas/L). La mayoría de los MP’s tenían apariencia coloreada y fibrosa. Los MP’s con un tamaño inferior a  $1000 \mu\text{m}$  (56.3-87.7%) predominaron en el agua de acuicultura. Se descubrieron MP’s con un tamaño inferior a  $333 \mu\text{m}$ , los cuales son omitidos mayormente por otros estudios, representando un porcentaje del 43.7% en la estación S1 y del 33.2% en la estación S2, respectivamente. Los MP’s de pequeño tamaño ( $<100 \mu\text{m}$ ) en el agua de acuicultura (23.7% en la estación S1 y 14.6% en la estación S2) fueron más abundantes que en los influentes de los estanques (7.2% en la estación S1 y 2.5% en la estación S2). La composición principal de los MP’s fue polipropileno (PP) y polietileno (PE). Estos hallazgos mostraron un alto nivel de contaminación por MP’s en los estanques de acuicultura. Los MP’s provenientes del estuario del río Pearl se almacenaron en los estanques de acuicultura. Este estudio provee una visión de la contaminación por MP’s en los estanques de acuicultura en un sistema estuarino típico y destaca la carga de MP’s en el agua de los estanques. (13)

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

El artículo “Efecto de la crianza intensiva de truchas sobre la calidad del agua del río Chía en el distrito de Ingenio, Junín - Perú”, en 2016, se llevó a cabo, debido al impacto de la acuicultura intensiva de trucha. Se procedió a la toma trimestral de muestras de agua en tres áreas con el propósito de calcular diversos parámetros fisicoquímicos, tales como temperatura, color aparente, oxígeno disuelto (ppm), dióxido de carbono (ppm), alcalinidad total (ppm), dureza total (ppm) y pH. La estimación de la concentración de oxígeno disuelto se llevó a cabo mediante el método de Winkler, ajustado según Carrit & Carpenter (1986); la evaluación del dióxido de carbono se realizó mediante fenolftaleína o NaOH; la alcalinidad total se estableció mediante el método de

neutralización; la dureza total se valoró a través del método de neutralización (Fukushima et al., 1992), y el pH se midió con un Peachimetro digital. Se evidenció que la temperatura fluctuó entre 12.15 y 13 °C, el oxígeno disuelto entre 7 y 7.88 ppm, la dureza total entre 189.68 y 205.20 ppm, y el pH entre 7.63 y 8.13. Estos valores se sitúan dentro de los rangos óptimos para el cultivo de trucha. Sin embargo, el dióxido de carbono varió entre 5 y 6.63 ppm, y la alcalinidad total osciló entre 141.08 y 209.95 ppm, superando los niveles ideales para la cría de truchas. A pesar de las actividades intensivas de cría de truchas y las acciones humanas, estos hallazgos señalan que la calidad del agua en el río Chía se mantiene en un intervalo de regular a buena. (14)

En la tesis titulada “Comprobación de calidad de agua y bioacumulación de contaminantes mineros en tejidos *Oncorhynchus mykiss* en cuencas hidrográficas y piscigranja de Lircay-Huancavelica” con el fin de analizar la calidad del agua y la bioacumulación de contaminantes minerales en los tejidos de trucha arcoíris en los ríos Sicra y Opamayo, así como en una piscigranja ubicada en Ocopa Lircay, Huancavelica. Se eligieron puntos de muestreo específicos donde se compilaron muestras tanto de agua como de truchas. Luego, se sometieron las muestras a un proceso de incineración y digestión, y se efectuaron análisis utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica. Reportándose, concentraciones de arsénico, cadmio y plomo en las muestras de agua de los ríos Sicra y Opamayo, así como en la piscigranja de Ocopa. En su mayoría, los valores estuvieron dentro de los límites máximos permitidos (LMP), excepto en el caso del plomo en el río Sicra, que superó el LMP establecido por el Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM. En cuanto a las truchas, se observó que el contenido de plomo en las vísceras del río Sicra y en la piel de la piscigranja superó los LMP establecidos por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) y la Unión Europea. Finalmente, el análisis estadístico de correlación de Pearson respaldó la hipótesis al exponer una correlación positiva entre el contenido de metaloides y metales en el agua y en las truchas. En conclusión, se estableció que la contaminación del agua afectó a las truchas, demostrando como impactaba en la zona la contaminación de origen minero. (15)

En el trabajo “Influencia de la calidad del agua para la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) con fines de mejora de la calidad de carne, distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, 2020” a través de la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), se planteó identificar fuentes de agua superficial de calidad óptima. Conjuntamente, se llevó a cabo la instalación de una piscigranja destinada a la cría de truchas, con el propósito de contrastar la calidad y el tamaño de las truchas obtenidas

en este entorno con las provenientes de otras piscigranjas y las truchas de vida libre. Durante un lapso de seis meses, se llevaron a cabo análisis en 19 puntos de muestreo para valorar los parámetros de calidad del agua superficial. Evidenciando hallazgos significativos, con un pH del agua de 7,21, una temperatura de 15,55 °C, un oxígeno disuelto de 7,80 mg/L, alcalinidad de 69,23 mg/L y dureza de 80,28 mg/L. La ausencia de nitratos, fosfatos y coliformes totales en el agua favoreció el cultivo de truchas. Además, el análisis bromatológico de la carne de trucha obtenida en la piscigranja expuso un promedio de humedad del 69,98%, cenizas del 1,86%, extracto etéreo del 5,57% y proteínas del 17,88%. En conclusión, el análisis de varianza de los parámetros fisicoquímicos arrojó resultados significativos para todos los aspectos, a excepción del pH. (16)

En la investigación titulada “Evaluación del contenido de metales pesados en carne y tejido óseo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) producidos en el centro poblado de Paccho Molinos, Paucará – Huancavelica” se planteó la tarea de identificar las concentraciones de metales pesados en muestras de carne y tejido óseo de truchas arcoíris, altamente valoradas por su contenido nutritivo y consumidas ampliamente en la región. Con este propósito, se recopilieron muestras en cinco puntos específicos de la piscigranja Pactan. El análisis de metales pesados se llevó a cabo mediante espectroscopia de absorción atómica. Encontrándose, que las muestras de tejido óseo no presentaban contaminación química por metales pesados. Aunque se detectó la presencia de plomo (Pb) en las muestras de carne, las concentraciones identificadas se ubicaban por debajo de los límites permisibles establecidos por la Environmental Protection Agency (EPA) para cuerpos de agua dulce. Igualmente, las muestras de trucha analizadas no mostraron bioacumulación de metales pesados como arsénico (As), plomo (Pb) y mercurio (Hg), revelando que cumplen con los estándares internacionales de ausencia de contaminación. (17)

En el estudio “Evaluación del efecto en los parámetros físico, químico y microbiológico del agua debido a la producción intensiva de trucha en jaulas flotantes en la laguna Choclococha - Huancavelica 2018”, se planteó la determinación del impacto de la crianza intensiva de trucha en jaulas flotantes en la calidad del agua de la laguna mencionada, utilizando un enfoque no experimental transeccional. Se valoraron varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos con el fin de identificar posibles efectos de la crianza intensiva de trucha en el agua, tales como color, sólidos suspendidos totales, temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), fósforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, oxígeno

disuelto, cianuro libre, pH y coliformes termotolerantes. En el proceso, se tomaron tres muestras en puntos diferentes: la entrada de la laguna con mayor caudal, la zona cercana a las jaulas flotantes y la salida de la laguna. Se evidenció que, en términos de color, la entrada de la laguna registró una concentración de 9.47 Unidades de Color (UC), mientras que la salida mostró 1 UC. En cuanto a los sólidos suspendidos totales, se observaron concentraciones de 5.42 mg/L en la entrada y 5 mg/L en la salida. Para el fósforo total, se obtuvieron concentraciones de 0.135 mg/L en la entrada y 0.146 mg/L en la salida. En conclusión, se comprobó que la crianza intensiva de trucha no ejerce un impacto significativo en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos evaluados. No obstante, se sugieren investigaciones a largo plazo, especialmente para analizar los parámetros de fósforo total y nitrógeno total, donde se observó un aumento en sus concentraciones consecuencia de la crianza intensiva. (18)

Según la tesis “Influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha arcoíris en piscigranjas de la región Amazonas”, se planteó examinar cómo la calidad del agua y las prácticas de manejo impactan en la condición sanitaria de la trucha arcoíris. Para llevar a cabo este análisis, se llevó a cabo un estudio fisicoquímico y microbiológico del agua en 14 piscigranjas de la región. Este enfoque se complementó con una encuesta a los productores y la evaluación de 140 muestras de trucha en la etapa comercial para identificar lesiones macroscópicas. Revelando en su evaluación microbiológica que seis de las piscigranjas evaluadas superaban los límites máximos permitidos para coliformes fecales (200 NMP/ml). Además, los análisis de correlación demostraron una asociación altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre los parámetros fisicoquímicos del agua, las prácticas de manejo y las lesiones encontradas en las truchas. Estos hallazgos resaltan la importancia crítica de la calidad del agua y un manejo adecuado en la salud y condición de las truchas. De esta manera, subrayan la necesidad apremiante de implementar medidas que garanticen un entorno acuático saludable y un manejo apropiado en las piscigranjas de la región Amazonas. (19)

El trabajo “Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash – 2018”, se llevaron a cabo la construcción y evaluación de dos biofiltros utilizando distintos materiales de relleno: uno con fibras de *Furcraea andina* (cabuya) y otro con astillas de madera de *Eucalyptus globulus* (eucalipto), los cuales fueron aplicados para tratar las aguas residuales provenientes de una piscicultura, caracterizada por una elevada carga orgánica y niveles significativos de amonio. Se procedió a evaluar ambos biofiltros en tres diferentes tiempos de retención hidráulica (1h, 2h y 3h), con el objetivo de obtener un efluente que

cumpliera con las normativas establecidas. Como resultado del tratamiento aplicado, se logró obtener un efluente cuyos parámetros se encontraban dentro de los límites permitidos. El biofiltro con relleno de cabuya demostró una eficiencia de remoción del 77.03% para DBO, 68.95% para DQO, 76.25% para  $\text{NH}_4^+$ , 77.04% para  $\text{NO}_3^-$  y 86.86% para  $\text{NO}_2^-$ . En contraste, el biofiltro con relleno de astillas de eucalipto exhibió una eficiencia de remoción del 75.07% para DBO, 68.19% para DQO, 77.04% para  $\text{NH}_4^+$ , 78.31% para  $\text{NO}_3^-$  y 86.52% para  $\text{NO}_2^-$ . Al comparar diferentes tiempos de retención hidráulica, se observó que la utilización de un tiempo de retención de 3 horas en ambos biofiltros resultó en una mayor reducción de las concentraciones de DBO, DQO y  $\text{NH}_4^+$ . Los valores de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  y pH se conservaron dentro de los límites establecidos para ambos biofiltros. En conclusión, se destaca la eficacia de los biofiltros con rellenos orgánicos (cabuya y eucalipto) para optimizar las aguas con altas cargas orgánicas y de amonio. (20)

La investigación titulada “Biofiltros de empaques orgánicos para reducir nitratos y fosfatos en aguas de piscigranja, Obrajillo provincia de Canta, 2019”, con el propósito de evaluar la eficacia de biofiltros que empleaban empaques orgánicos en la reducción de nitratos y fosfatos en las aguas de una piscigranja. La metodología se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo de tipo preexperimental, con un nivel explicativo. Se consideraron factores fisicoquímicos, incluyendo un tiempo de retención hidráulica de 2 horas para cada biofiltro, y se midieron el pH y la temperatura para facilitar la interpretación de los resultados. La muestra utilizada fue el agua de las piscigranjas en esa zona rural, la cual presentaba una concentración elevada de nitratos y fosfatos, según las normativas ambientales nacionales e internacionales. Señalando que los biofiltros con empaques orgánicos de Molle (*Schinus molle* L.) y Álamo (*Populus nigra*) exhibieron el mejor rendimiento en la reducción de nitratos en el agua contaminada. Sin embargo, no se observó eficacia en la reducción de fosfatos con estos biofiltros, ya que requerían compuestos adicionales para lograr una disminución más significativa en su concentración. En conclusión, se establece que los biofiltros con empaques orgánicos de Molle (*Schinus molle* L.) y Álamo (*Populus nigra*) consiguieron reducir los nitratos en un 66.31% y 64.62%, respectivamente, conservando una estabilización del pH entre 7.1 y 7.2. (21)

La tesis titulada “Incidencia físico – química y microbiológica de la piscigranja Azaña en las aguas del río Puquiragra Vilcabamba – Pasco, 2019”, con base en los análisis efectuados en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) y en la Dirección Regional de Salud (Diresa) Pasco, se comprobó que las muestras de agua del río

Puquiragra manifestaban contenidos de metales pesados y coliformes, lo que indicaba la contaminación de dichas aguas. Incluso antes de llegar a la piscigranja Azaña, el río ya estaba contaminado con estos materiales, como se pudo observar en muestras tomadas tanto 100 metros antes como 100 metros después de la piscigranja. Se identificaron ligeros incrementos de contaminación a 100 metros después de la piscigranja, lo que sugiere que la actividad piscícola de esta instalación también favorece a la contaminación. Los porcentajes de contaminación mensual en esta piscigranja se distribuyen de la siguiente manera: 12% de Cd, 8% de Pb, 18% de Cu, 1% de Zn y 3% de Mn. Se destaca que la mayor contaminación en los puntos monitoreados proviene del cobre, con un 18%, seguido del cadmio, con un promedio mensual del 12%. En relación con los coliformes, los porcentajes de contaminación microbiológica promedio mensual atribuible a la actividad de esta piscigranja entre los dos puntos de monitoreo se resumen así: 18% de coliformes totales y 39% de coliformes fecales o termotolerantes. Se observa que la mayor contaminación microbiológica se atribuye a los coliformes fecales, con un promedio mensual del 39% entre los puntos de monitoreo 1 y 2. Contaminación originada por la masiva actividad piscícola que caracteriza a esta piscigranja (22).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

El artículo “Impacto de la piscicultura en la calidad fisicoquímica del agua del río Hatunhuaycco - Vinchos. 2016”, la misma que tuvo como propósito, evaluar el impacto que producen las piscigranjas ubicadas a orillas del río Hatunhuaycco – Vinchos, en la calidad fisicoquímica de sus aguas; para lo cual se consideró cuatro estaciones de muestreo. Se extrajeron muestras de agua en cada estación, en el periodo de agosto, setiembre y diciembre. Se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto utilizando un equipo multiparametro, en el lugar de muestreo, posteriormente, se examinaron las concentraciones de nitratos, fosfatos, alcalinidad, acidez y dureza a través de procedimientos estandarizados realizados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, asimismo, se llevó a cabo una evaluación para establecer el impacto de la cría de truchas en la calidad fisicoquímica del agua del río Hatunhuaycco. Reportándose cambios mínimos, con una ligera disminución del pH de 7,84 a 7,50, un leve aumento en la acidez de 2,97 a 3,04 mgCO<sub>2</sub>/L, y una reducción marginal en el oxígeno disuelto de 7,25 a 6,10 mgO<sub>2</sub>/L. Asimismo, se observaron incrementos sutiles en la alcalinidad (42,34 a 45,77 mgCO<sub>2</sub>/L) y la dureza (29,95 a 33,59 mgCO<sub>2</sub>/L), mientras que la concentración de fosfato experimentó una disminución de 6,8 a 6,2 µg. En general, la cría de truchas en las inmediaciones del río Hatunhuaycco parece tener un impacto limitado en la

calidad fisicoquímica del agua, sin cambios notables en la concentración de nitrito. (23)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. La piscicultura**

La piscicultura es aquella ciencia, cuyo fin es dar crianza a los alevinos o peces recién nacidos, este hasta su etapa adulta. Este proceso lleva también otros fines secundarios como la producción de carne, fines ornamentales o para las industrias de farmacia y experimentos científicos (24). Se trata de una actividad económica destinada al cultivo de peces, abarcando todas las fases, desde la cría hasta el levante, adaptándose a la especie en cuestión y siguiendo las prácticas más idóneas y establecidas. Este proceso ha evolucionado con el tiempo y se divide en dos momentos: en primer lugar, la pesca, que implica la captura de peces; y, en segundo lugar, la acuicultura, que se concentra en el cultivo de peces, buscando así avanzar en la gestión de los recursos y lograr una utilización óptima de los mismos. (25)

### **2.2.2. Sistemas piscícolas**

#### **2.2.2.1. Piscicultura extensiva**

La piscicultura extensiva se basa en la producción de crías de peces en piscifactorías, que luego se colocan en masas de agua donde el entorno les permita crecer y producir un stock para la pesca. El término “extensivo” alude a la falta de control sobre las fases de crecimiento de los peces tras la siembra con métodos de cultivo. (26)

#### **2.2.2.2. Piscicultura semi-intensiva**

Este tipo de piscicultura supone la aplicación de una tecnología fundamental que implica la planificación de tanques de excavación para la repoblación regulada de especies aisladas, lo que da lugar a un monocultivo. Requiere una reposición mínima de agua (5-15% al día) y la regulación de la tasa de alimentación en función de la edad de los peces. (27)

#### **2.2.2.3. Piscicultura intensiva**

Según los autores, la piscicultura intensiva se define como la que tiene lugar en entornos artificiales (incluidas las jaulas en entornos lóticos o lénticos), con una alimentación de la misma naturaleza en todas las etapas de la producción; una gestión permanente y especializada; una carga inicial proporcional a la producción de la alimentación artificial, y una elevada producción por unidad de superficie. (27)

### **2.2.3. Piscicultura mundial**

Esta actividad lleva presente en el mundo alrededor de dos mil años, siendo su inicio en torno al año 500 a. C. en China bajo un conocimiento empírico. Entre los años 1960 y 1970, la tecnología de esta actividad dio surgimiento y se logró hasta realizar no solo la actividad basada en peces, sino de camarones y crustáceos. Para el año 1974, los países de oriente y occidente dieron origen a la comida de origen acuático. En nuestra actualidad ya existe tecnología para realizar esta actividad tanto en peces como diferentes seres vivos acuáticos. Se logró notar un crecimiento sostenible estimado del 14% en un lapso de 10 años mundialmente, el crecimiento más favorable fue para China, englobando el 70% de ello; seguido por América Latina y el Caribe ostentan un porcentaje del 21,3 %, seguidos por la región del Cercano Oriente y África del Norte con un 10,8 %, mientras que África Subsahariana se sitúa en un 10,7 %. (25)

### **2.2.4. Reproducción en la piscicultura**

La reproducción de peces se da de dos maneras, de forma natural y artificial. Llevar a cabo la reproducción dependerá del lugar donde estén los huevos, parámetros como, la temperatura, oxígeno y alimento estén adecuados. Asimismo, la madurez que los restos logren lleva una dependencia de la disponibilidad de alimento, nivel de oxígeno, su tamaño y el entorno donde se desarrolla. Cada especie tiene su tiempo para madurar. (28)

### **2.2.5. Calidad del agua**

Para Castro y Rodríguez (2019) en los estanques es fundamental para una gestión eficaz de la producción, así como para disponer de suficiente agua de calidad aceptable. Las cantidades necesarias deben ser suficientes para llenar el estanque y reponer las pérdidas debidas a la infiltración y la evaporación, así como para prever si el estanque tendrá que ser vaciado parcial o totalmente (cuando la calidad del agua se haya deteriorado). (27)

Por otro lado, Vidal (2017) recomienda que los estanques sean monitoreados regularmente (diariamente) en cuanto a temperatura, oxígeno disuelto, agua transparente, es decir turbia, pH. Estos parámetros proporcionarán al productor determinadas indicaciones para llevar a cabo una gestión del agua oportuna y no perjudicial (estrés y susceptibilidad a las enfermedades). (29)

### **2.2.6. Parámetros del agua que intervienen en la piscicultura**

#### **2.2.6.1. Temperatura**

Se refiere al parámetro físico que equilibra los procedimientos esenciales para los seres vivos, de tal forma influye en las propiedades químicas y físicas de diferentes factores de su misma naturaleza en un ecosistema. Este parámetro

refleja que existe un contraste o gradiente de energía que causa la transferencia de calor. Además, este parámetro tiene influencia en el proceso biológico, en el proceso de absorber el oxígeno y la aceleración de compuestos, la composición de depósitos, sedimentación y por último la filtración. El equilibrio energético y comportamiento se ve afectado por este parámetro y sus niveles para especies comerciales rondan los 18° y 30°. (30)

#### **2.2.6.2. pH**

Se refiere a la sigla que alude al Potencial de Hidrógeno, el cual revela la concentración de iones hidronio en una solución. La fórmula para este parámetro se expresa de la siguiente manera:

$$pH = \log\left(\frac{1}{H_3O^+}\right)$$

Donde:

$$H_3O^+ = \text{la concentración del ion hidronio en } \frac{\text{moles}}{L}$$

Se emplea este indicador para identificar las especies químicas presentes en diversas sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, en el agua, así como para evaluar su solubilidad. Este factor abiótico regula los procesos biológicos que involucran enzimas y la disponibilidad de nutrientes críticos que influyen en el desarrollo microbiano en distintos entornos, así como la movilidad de metales pesados tóxicos, como el cobre. Los cambios en el pH generan un impacto significativo en todos los niveles de organización de la materia viva. (30)

#### **2.2.6.3. Oxígeno disuelto**

Este constituye un requisito fundamental en la nutrición de la mayoría de los organismos, ya que es crucial para el desarrollo de la respiración aeróbica, esencial en la generación de energía y la movilización del carbono dentro de la célula. Los niveles de oxígeno disuelto necesarios para mantener la vida de los organismos acuáticos varían según la especie y presentan diversos rangos. (30)

El oxígeno puede llegar de dos medios, los cuales pueden ser la fotosíntesis y difusión. Por un lado, esta última se da con el contacto del agua y la atmósfera; y, la piscicultura utiliza la recirculación del agua para desaparecer la estratificación y dar aumento a la zona de ese contacto dado entre el agua y la atmósfera. Por otro lado, la fotosíntesis se da con la presencia de fitoplancton, y

este cuando se oculta el sol no se da; como consecuencias se da la reducción de niveles de oxígeno e incremento del nivel de CO<sub>2</sub>. (27)

#### **2.2.6.4. Turbidez**

Este parámetro esta bajó el material que está en suspensión en el agua, ya sea de naturaleza orgánica y mineral. El nivel de este parámetro se basa en el número y volumen de las partículas que estén en suspensión. Si el color del agua se torna a un tono marrón, el material orgánico está en exceso; por el contrario, si es verde existe la abundancia de algas verdes. Lo que destaca de este parámetro está enfocado en que, si el parámetro se encuentra en calidad de alto, los peces no podrían capturar el alimento concentrado y provocar efectos mortales. Existe una técnica para evaluar la transparencia conocida como disco Secchi, que consiste en medir la profundidad hasta la cual es visible un disco sumergido en el agua. (27)

#### **2.2.7. Contaminación del agua**

Es un problema muy significativo a nivel global y una razón de muerte también considerable, presentando una cifra de 14 000 muertes diarias en el mundo. En países como China se tiene una estimación de muertes por un inadecuado aseo de 700 000 000 y 1000 infantes padecen de enfermedades estomacales terminando con sus vidas, teniendo un noventa por ciento de contaminación a lo largo de todas sus ciudades de dicho país. Además, en un estudio resultó el 32 % de aguas contaminadas en los países desarrollados. Las causas de la contaminación hídrica varían, estas pueden ser a partir de la misma naturaleza como los fenómenos naturales como los terremotos u originados por la actividad humana. (31)

#### **2.2.8. Categorías de contaminación hídrica**

Estas categorías pueden ser a través de fuentes puntuales o difusas. Las fuentes puntuales se basan en integrarse al agua usando una vía como las tuberías o las acequias. Por otro lado, las fuentes difusas hacen referencia a las que no tienen una fuente única, uno de los ejemplos de ello es la lixiviación. También la escorrentía urbana se considera una de las de fuente difusa, siempre y cuando no sea considera en el alcantarillado. (31)

#### **2.2.9. Principales causas de la contaminación del agua**

Para Borbor, en el año 2021, incluyen los productos químicos, patógenos, así como los cambios físicos y sensoriales, un ejemplo son la temperatura alta y la decoloración. Existen químicos de origen natural y estos llegan a ser contaminantes por el nivel de su concentración en el agua. El agotamiento del oxígeno puede tener causas naturales, pero también químicas. La natural se basa en la materia vegetal y la química que son a partir

de la invención del ser humano. Las sustancias químicas tienen influencia en los parámetros del agua, estos pueden provocar variaciones en su pH, conductividad eléctrica, temperatura y la eutrofización. Este último lleva relación con el incremento de la concentración de alimentos químicos en el H<sub>2</sub>O y este trae consigo efectos como la anoxia y reducción de la calidad de agua, provocando a su vez problemas para los animales marinos. (31)

#### **2.2.10. Calidad y contaminación de agua en la actividad de la piscicultura**

Según Portocarrero menciona que la calidad de agua es relevante en las producciones acuáticas, ya que si esta no presenta parámetros adecuados, perjudica dichas producciones, disminuyéndolas y teniendo pésima calidad del producto (32). Por otro lado, Muñoz y Paco mencionan que la piscicultura es una de las actividades que genera muchos desechos y estos comprenden desechos de suspensión, heces de peces y excreción. (33)

#### **2.2.11. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.**

Artículo 1: El propósito de esta reglamentación es dar cumplimiento a lo establecido en los Decretos Supremos N.º 002-2008-MINAM, N.º 023-2009-MINAM y N.º 015-2015-MINAM, los cuales se vinculan con la aprobación de las Normas de Calidad Ambiental (ECA) para el agua. La presente normativa se ajusta a las disposiciones del mencionado Decreto Supremo y su Anexo correspondiente. En esta recopilación normativa, se introducen cambios o supresiones en algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de las ECA, manteniendo otros de acuerdo con la aprobación establecida.

Artículo 2: Se procede con la aprobación de las Normas de Calidad Ambiental del Agua (ECA), las cuales forman una parte esencial de esta disposición normativa y se adjuntan como parte integrante de la misma.

Artículo 3.- Las siguientes explicaciones sobre las categorías de los ECA deben tenerse en cuenta al utilizarlos:

Categoría 1: Relativa a población y recreación, englobando la Subcategoría A, que se centra en el agua superficial destinada a la producción de agua potable. En esta subcategoría, se identifican distintos niveles.

- Siendo la A1 el tipo de agua que, después de un proceso de desinfección, podría considerarse potable. Se definen como aquellas que cumplen con los requisitos para su

uso como fuente de agua potable, requiriendo solo una desinfección mínima de acuerdo con la normativa vigente.

- Respecto al A2, el agua superficial destinada al consumo humano que puede ser potabilizada mediante métodos tradicionales. Se define como aquella que ha pasado por un tratamiento convencional, incluida la desinfección, conforme a la normativa vigente. Este tratamiento comprende diversas etapas, como coagulación, floculación, decantación, sedimentación y/o filtración, o procesos análogos.

- Concerniente a A3. Agua que puede ser tratada convencionalmente para hacerla potable. Se define como agua destinada al consumo humano que ha sido sometida a algún tratamiento apropiado, que incluye la desinfección, utilizando diferentes pasos tales como: coagulación, floculación, decantación, sedimentación y/o filtración. b) Subcategoría B: Aguas en superficie destinadas a fines recreativos. Son aquellas vías navegables en zonas marinas costeras o interiores destinadas a usos recreativos. Las zonas marinas costeras varían en tamaño, pero suelen abarcar la zona comprendida entre la tierra y los 500 metros de la línea de bajamar paralela. Las áreas marinas costeras presentan variaciones en su extensión, aunque comúnmente se extienden desde el límite terrestre hasta aproximadamente 500 metros paralelos a la línea de bajamar. La autoridad competente es responsable de definir las dimensiones específicas de las zonas continentales.

- B1. Contacto primario, significa las vías navegables designadas por la Autoridad Sanitaria para que sean empleadas como distracción; por ejemplo: natación, buceo, surf, entre otras actividades.

- B2. Contacto secundario, se interpreta como las aguas que están designadas por la Autoridad Sanitaria como aguas recreativas de contacto secundario para efectuar actividades acuáticas con embarcaciones, lanchas, entre otros.

Categoría 2: Enfocada en actividades vinculadas a la extracción, cultivo y otros propósitos marítimos en áreas costeras e interiores. a) Subcategoría C1: Involucra la extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas costeras. Esto abarca el uso del agua para obtener o cultivar moluscos (ostras, almejas, mejillones, navajas, conchas de abanico, caracoles, lapas, entre otros), equinodermos (erizos y estrellas de mar) y tunicados. b) Subcategoría C2: Engloba la extracción y cultivo de diversas especies hidrobiológicas en aguas costeras, referente a las aguas utilizadas para obtener o cultivar especies hidrobiológicas consumidas directa o indirectamente por los seres humanos, incluyendo peces y algas comestibles. c) Subcategoría C3: Se refiere al uso de aguas marinas costeras con fines portuarios, industriales y de saneamiento, abarcando las áreas alrededor de instalaciones portuarias, operaciones industriales y servicios de saneamiento, como desagües submarinos. d) Subcategoría C4: Involucra la

extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas. El término “laguna” se refiere a cualquier cuerpo de agua utilizado para extraer o cultivar especies hidrobiológicas destinadas al consumo humano.

Categoría 3: Relativa al riego de vegetales y abastecimiento de animales. a) Subcategoría D1: Se centra en el riego de vegetales, abarcando el agua empleada para el riego de cultivos, con consideraciones sobre el método de riego, el tipo de consumo (crudo o cocido) y los procesos industriales o de transformación que pueden afectar a los productos agrícolas. Se divide en agua para riego autorizado (calidad suficiente para el riego de cultivos crudos) y agua para riego autorizado (calidad suficiente para el riego de cultivos alimentarios cocidos). b) Subcategoría D2: Se refiere al agua destinada al consumo de animales, tanto grandes como ganado vacuno, caballos o camellos, como animales más pequeños como cerdos, ovejas, cabras, cobayas, aves y conejos.

Categoría 4: Relativa a la conservación del ambiente acuático, enfocada en masas naturales de agua superficial que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento que requieren protección. a) Subcategoría E1: Engloba lagos y lagunas, incluyendo humedales, como cuerpos de agua estancos naturales sin corriente continua. b) Subcategoría E2: Se refiere a ríos como corrientes naturales de agua que fluyen continuamente en una dirección específica. Incluye ríos costeros y de la sierra, así como ríos en la selva, considerando las zonas de meandros. c) Subcategoría E3: Involucra ecosistemas costeros y marinos, con estuarios, marismas y manglares incluidos. También abarca áreas marinas entre la línea de bajamar paralela y el límite marítimo nacional.

Es importante señalar que estos grupos excluyen aguas destinadas a la potabilización, así como aguas subterráneas, minerales y medicinales, aguas geotérmicas, atmosféricas y residuales procesadas para su reutilización.

Artículo 4: Asignación de Categorías a Cuerpos Naturales de Agua.

- De acuerdo con la legislación vigente, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es responsable de asignar a cada cuerpo de agua natural las categorías establecidas en este Decreto Supremo, considerando sus condiciones naturales o niveles de base.
- En situaciones donde se identifiquen varias categorías viables para una región específica de un cuerpo de agua natural, la ANA determinará cuál aplicar, dando preferencia al uso por parte de la población.

Artículo 5: Estándares de Calidad Ambiental como Referencia Obligatoria.

5.1 Los parámetros del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, utilizados como referencia obligatoria en la planificación y ejecución de los instrumentos de gestión ambiental, se determinarán, cuando sea necesario, considerando las siguientes variables:

- a) Contaminantes presentes en las aguas residuales y efluentes de actividades productivas, extractivas o de servicios.
- b) Condiciones naturales que describen el estado de la calidad ambiental de aguas superficiales no afectadas por factores antropogénicos.
- c) Niveles de base en cuerpos de agua naturales que proporcionan datos sobre las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes, ya sea de origen natural o antropogénico.
- d) Efectos ambientales acumulativos y sinérgicos aguas arriba y aguas abajo del vertido de efluentes, afectando la calidad actual de cuerpos de agua naturales donde se realiza la actividad.
- e) Otros aspectos de una actividad o su entorno que puedan influir en la calidad ambiental de cuerpos de agua naturales.

5.2 Cuando se utilice el ECA como referencia necesaria para el agua, se refiere a los parámetros identificados mediante las variables mencionadas anteriormente, si corresponde, sin abarcar necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría asociada.

Artículo 6: Excepciones para la Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua.

- La aplicación de estos parámetros con fines de control de la calidad ambiental en cuerpos de agua naturales se excluye en casos donde, debido a fenómenos naturales, se presenten concentraciones elevadas de parámetros en la categoría ECA, siempre que se cumpla uno o varios de los siguientes supuestos:

- a) La calidad ambiental de ciertos cuerpos de agua superficiales se vea influenciada por propiedades geológicas de suelos y subsuelos, comprobadas mediante estudios técnicos científicos certificados por la ANA.
- b) Exceso (inundaciones) o escasez (sequías) de sustancias químicas o elementos en un cuerpo de agua natural, reportado con asesoramiento técnico.

c) Desequilibrios naturales de nutrientes que provoquen eutrofización o proliferación excesiva de organismos acuáticos, con causa natural certificada por investigaciones científicas técnicas aprobadas por la autoridad competente.

d) Otras condiciones respaldadas por estudios científicos o informes técnicos actuales aprobados por las autoridades competentes.

Artículo 7: Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua Fuera del Área de Mezcla.

7.1 La ANA verifica el cumplimiento del ECA relacionado con aguas tratadas vertidas en cuerpos de agua naturales alejados de la zona de mezcla, definida como la región que tiene el volumen de agua de la masa receptora donde la dilución del vertido se logra mediante procesos hidrodinámicos y de dispersión, excluyendo factores como la descomposición bacteriana, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 La autoridad competente confirma el cumplimiento del ECA fuera del área de mezcla, centrándose en parámetros relacionados principalmente con los contaminantes característicos del efluente del proyecto durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental.

7.3 La ANA, en colaboración con el Ministerio de Medioambiente y las autoridades competentes, desarrollará la técnica y los componentes técnicos para definir las zonas de mezcla. (34)

#### **2.2.12. Ríos**

Los ríos yacen de los cúmulos de agua subterráneos, son medios lénticos. Estos tienen una división tradicional que consta de tres tipos de tramos: alto, medio y bajo. Donde el alto tiene las características de tener mayor velocidad y turbulencia; medio, este tiene mayor anchura y profundidad, y, bajo, que tiene un caudal mayor. Todos ellos son alterados por efectos dados por la interferencia humana, como por ejemplo las represas. (35)

#### **2.2.13. Elementos de los ríos**

Los ríos presentan los siguientes elementos:

- Caudal, se mide en  $m^3/s$  y este presenta variaciones conforme avanza el río. Este cambia por aspectos del clima dependiendo la época del año. Y este se presenta bajo tres regímenes hidrológicos tales como pluvial, pluvionival y nivoglacial.
- Corriente, este elemento se mide en  $m/s$ , y da el límite para que habite seres a lo largo del río.

- Composición química, los ríos se componen de minerales y otros que se incorporan por medio de las rocas. Así mismo, las actividades del ser humano influyen en la composición, así como la actividad de la propia naturaleza.
- El pH, este permite medir la acidez o de la alcalinidad del agua.
- Los nutrientes, este elemento, es importante para la producción primaria, ya que la biota del río depende de ellos.
- Oxígeno, cuyo elemento es uno de los esenciales para la existencia de vida en un río. Se puede medir el oxígeno disuelto en mg/l.
- Temperatura, generalmente expresada en grados centígrados (°C), constituye otro factor crucial para la vida en el río. Esta variable ejerce influencia tanto en los niveles de oxígeno presentes en el agua como en la viscosidad del río.
- Luz, su importancia radica en que debido a ella se realiza la fotosíntesis. Este se ve afectada por la profundidad y la turbidez del río. (35)

#### **2.2.14. Amenazas en los ríos**

Existen varios aspectos que conllevan la reducción de especies en los ríos, Villar menciona que las amenazas se presentan por contaminación por vertidos de compuestos orgánicos e inorgánicos, esto son provenientes de la actividad agrícola o urbana y otros por actividad industrial, causando este último envenenamiento; la creación de presas, canalizaciones, trasvases, centrales hidroeléctricas, entre otros, las cuales destruye la abiótica de los ríos; La extracción de agua para consumo, regadío y turismo, más en zonas donde el recurso está en escasez; La pesca o recolección excesiva en ríos, trayendo con ello la reducción de poblaciones de peces realizando modificaciones graves las redes tróficas fluviales; La introducción voluntaria o involuntaria de especies alóctonas como los cangrejos, que genera un desequilibrio entre las especies ya existentes en un río; El encauzamiento, que modifica la naturaleza del río como su cauce; Los incendios, aunque esto afecte directamente a lo terrestre, también influye a los ríos por la temperatura y el oxígeno que estos modifican; finalmente, El cambio climático global que afecta a los periodos de sequía, latitud de los ríos y alterando el desarrollo de adaptación de los seres en los ríos. (35)

### **2.3. Definición de términos:**

#### **2.3.1. Peces**

Solo unas pocas especies de agua dulce tienen respiración pulmonar, lo que convierte a los peces en animales acuáticos de respiración branquial. Desde los peces propiamente pisciformes, como los pargos, los meros y los carites, hasta los de morfología más extraña, como los caballitos de mar y muchas especies bentopelágicas o abisales, que

evidencian cierta variedad respecto al tamaño y forma. El tiburón ballena *Rhincodon typus* mide unos 15 metros de largo. (36)

### **2.3.2. Piscicultura**

Es la cría y producción regulada de determinadas especies de peces en condiciones adecuadas. La piscicultura puede definirse como la producción de peces para uso humano que no pueden obtenerse en cantidades adecuadas mediante la pesca o la captura libre. (37)

### **2.3.3. Agua**

El líquido es fundamental para el consumo de animales y el ser humano, constantemente cumple el rol de vehículo de transmisión de microorganismos entéricos. (37)

### **2.3.4. Calidad**

La calidad está relacionada de forma equitativa con la satisfacción del cliente, para un determinado cliente, el producto A es superior al producto B en términos de calidad. Por ejemplo, si A satisface las necesidades del cliente con mayor eficacia que B. (38)

### **2.3.5. Contaminación**

La contaminación se produce cuando se introducen contaminantes en un medio que lo hacen muy poco adecuado o inapropiado de utilizar. Se puede considerar como medio al ecosistema, organismo vivo o entorno. El factor de contaminación puede ser las sustancias químicas o fuentes de energía (tales como la luz, los sonidos, el calor, etc.). (31)

### **2.3.6. Sólidos en suspensión**

El Total de Sólidos en Suspensión (TSS) es una métrica empleada para analizar la calidad de agua, así como aquellos pasos a seguir en el tratamiento de aquellas aguas residuales. En base a esta estimación se obtiene la cantidad de sólidos en suspensión, expresada en miligramos por litro (mg/l), que pueden ser retirados del líquido mediante métodos mecánicos como la filtración al vacío o la centrifugación. En ocasiones, se asocia con la presencia de agua turbia. (31)

### **2.3.7. Ríos**

Los entornos lóticos engloban todos los hábitats acuáticos en los cuales el agua se desplaza a una velocidad constante, caracterizada por un flujo continuo, a diferencia de los entornos lénticos, tales como lagos, lagunas o embalses. Estos medios, que incluyen ríos, arroyos y ramblas, entre otros, son extremadamente dinámicos considerando tanto

lo físico como biológico. La corriente es la principal fuerza formadora de estos ecosistemas, determinando los tipos de comunidades biológicas que pueden encontrarse en ellos. (35)

### **2.3.8. Estanques**

Los estanques para alevines, juveniles y de crecimiento suelen ser de forma rectangular, de hormigón o piedra, o de hormigón y suelo de tierra; también hay estanques circulares. Los estanques pueden disponerse en forma de rosario, en paralelo o en forma mixta, que es una combinación de estanques paralelos y continuos. Técnicamente, las dimensiones de las unidades productivas están relacionadas. Una décima parte de la longitud es la anchura. (16)

### **2.3.9. Encalado**

La práctica de encalado se emplea con el fin de poder optimizar la calidad del agua utilizada para fines de cultivo de peces, focalizándose principalmente en aquellos estanques excavados en suelos que presentan acidez. El disco Secchi es una herramienta útil utilizada en la piscicultura. Escribe para qué sirve, cómo funciona y cuándo se debe utilizar este disco. Inmediatamente después de vaciar y exponer el estanque al sol, se inicia con el proceso de aplicar cal en toda el área del estanque, que puede ser: cal viva o cal hidratada, caliza dolomídica o caliza calcítica. Además de corregir la acidez del suelo, el encalado ayuda en la no proliferación de organismos indeseables que competirán en el futuro por el alimento con los peces. (28)

### **2.3.10. Alevinaje**

Es la etapa de crecimiento de los peces que normalmente pesan menos de 10 g hasta que alcanzan los 60 g. Suelen realizarse en estanques de crianza o pequeños estanques de 200 m<sup>2</sup> que permiten alta densidad de población y al llegar a los 60 g se trasladan a estanques más grandes. (28)

### **2.3.11. Reproducción natural**

Los peces sexualmente maduros liberan sus gametos sin la participación directa del hombre en el proceso de reproducción. Los gametos se liberan libremente al agua, por lo que la tasa de fecundación en la reproducción natural es baja. (28)

### **2.3.12. Reproducción artificial**

La reproducción artificial depende de la intervención humana para producir abundantes cantidades de huevos, larvas y alevines para ser utilizados en cultivos. Se seleccionan los

peces reproductores y se les extraen los óvulos y espermatozoides y luego se realiza la fecundación artificial en seco, es decir, fuera del agua. (28)

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

#### 3.1.1. Método

Se hizo uso de manera general del método científico en el desarrollo del estudio, adoptando la variante hipotético-deductiva. Este enfoque implica la formulación de hipótesis que buscan explicar el problema, vinculado posteriormente a su contrastación con los hallazgos logrados (39). De esta manera, esta investigación buscó probar como influía la piscicultura en la calidad de agua del río muestreado.

#### 3.1.2. Tipo y Alcance de la investigación

##### Tipo

Para fines de este estudio, se adoptó una investigación de naturaleza aplicada, a partir de la cual se emplearon conocimientos teóricos para diagnosticar un problema específico. Además, se orienta hacia la resolución de problemas prácticos, esto haciendo uso además de un enfoque metodológico cuantitativo (39).

##### Alcance

Correspondió a un alcance explicativo, de esta manera se enfocó en establecer entre las variables de estudio aquellas relaciones causa-efecto. En este caso, se exploró la correspondencia entre la actividad de la piscicultura y la calidad del agua. (39).

#### 3.1.3. Diseño de la investigación.

En este caso, se empleó un diseño preexperimental de corte transeccional, específicamente de tipo pretest y posttest, con un solo grupo y sin grupo control. Donde se evaluó la actividad de la piscicultura y su influencia sobre la calidad del agua sin implementar ninguna modificación durante el estudio (39).

G                      O1                      X                      O2

Donde:

G: Río Vinchos

O1: Pre test, muestras a la entrada

X: Procesos de la piscigranja

O2: Post test, muestras a la salida

## 3.2. Materiales y métodos

### 3.2.1. Ubicación del área de estudio.

La zona de investigación incluyó el centro poblado de Hatumpampa, situado dentro del distrito de Vinchos, que forma parte de la provincia de Huamanga ubicado en el departamento de Ayacucho.



Figura 1. Localización geográfica de la piscigranja Hatumpampa, Vinchos- Huamanga (40).

### 3.2.2. Población

En tanto a la población examinada, esta se limitó al río Vinchos a la altura del centro poblado de Hatumpampa, donde se ubica la estación pesquera Hatumpampa autorizado por el gobierno regional.

### 3.2.3. Muestra

Se seleccionó de manera no aleatoria, eligiendo de manera conveniente las aguas que atraviesan tanto la entrada como la salida del proceso en la Piscigranja de Hatumpampa, debido a que este cumple con la ubicación y cercanía al río Vinchos donde se desecha de manera directa el agua usada en esta actividad.

### 3.2.4. Procedimientos

#### 3.2.4.1. Etapa 1: Elección del lugar

Para la elección del lugar donde se efectúa el estudio se tuvo en cuenta la ubicación, la presencia de las granjas piscicultoras y la cercanía a las fuentes de

descarga. Después de analizar los lugares, se eligió el distrito de Vinchos, ya que esta cuenta con granjas piscicultoras y se encuentra a 50 minutos de la ciudad de Ayacucho, se eligió la “piscigranja de Hatumpampa”, ya que se encuentra cerca a la fuente de descarga que en este caso sería el río Vinchos.

### 3.2.4.2. Etapa 2: Toma de muestra

Se procedió a obtener muestras del río Vinchos siguiendo las directrices del "Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos" de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Este protocolo resalta la necesidad de familiarizarse con el cuerpo de agua antes de comenzar las tareas de monitoreo.

- **Elección de parámetros:**

Se eligieron los parámetros a analizar de acuerdo con las pautas establecidas en el protocolo de monitoreo de la calidad de las aguas superficiales, focalizando particularmente en la clasificación 4 (ríos, lagunas y lagos). No se consideró necesario evaluar los parámetros establecidos en la normativa vigente sobre aguas, ya que el objetivo principal era analizar el impacto de la piscicultura en la masa de agua receptora.

Tabla 1. Parámetros seleccionados (34)

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>
Turbidez	NTU
PH	Unidad de PH
Temperatura (in situ)	°C
Conductividad	uS/Cm <sup>2</sup>
Sólidos Totales Disueltos	Mg/L
Oxígeno disuelto	Mg/L
Sólidos Totales Suspendidos	Mg/L
Sólidos Sedimentables	Mg/L
DBO 5	Mg/L
Coliformes Totales	UFC/100 ml

- **Determinación de los puntos de monitoreo**

Se implementó el dispositivo de evaluación en una piscifactoría en funcionamiento, donde se establecieron dos estaciones de medición, una en

la entrada de agua y otra en el punto de descarga de los estanques evaluados en la granja acuícola.

De acuerdo al diseño de la investigación y a los antecedentes de estudio, se vio por conveniente tomar 2 puntos de muestreo:

- Punto N.º 1: 100 m antes de la Piscigranja
- Punto N.º 2: 100 m después de la piscigranja



Figura 2. Puntos de muestreo entrada y salida post test y pre test. (40).

- **Frecuencia de monitoreo:**

Se realizaron 06 mediciones, equivalentes a 06 semanas consecutivas con intervalos de 7 días entre mediciones. El registro de los parámetros se realizó haciendo uso de envases esterilizados para la recolección de muestra y la observación en campo.



Figura 3. Envases usados las muestras.

- **Metodología de muestreo:**

Se aplicó el procedimiento para el control de la calidad de los recursos hídricos superficiales, siguiendo detalladamente los pasos establecidos en el protocolo correspondiente (41).

- **Toma de muestras:**

En cuanto al análisis de laboratorio, se recogieron las muestras en recipientes estériles de plástico con una capacidad de 1000 ml.

Para realizar la toma de muestra se realizó lo siguiente:

- Se inició con la ubicación de los puntos de muestreo.
- Primeramente, se realizó la medición del parámetro de la temperatura, ya que esta se realiza in situ.
- A continuación, se recolectó 1000 ml de muestra directamente del agua entrante y saliente de la piscigranja cogiendo la botella por debajo del

cuello y sumergiéndola en dirección opuesta al flujo del agua, y se procedió con el etiquetado para su identificación en el laboratorio (41).

- Finalmente, se llevó a cabo el traslado de las muestras tomadas al laboratorio para su análisis.



Figura 4. Medición de la temperatura a la entrada de la piscigranja

### **3.2.4.3. Etapa 3: Evaluación de los parámetros**

Las muestras recopiladas fueron trasladadas al laboratorio de SEDA-AYACUCHO para llevar a cabo la evaluación de los parámetros.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de información

#### 4.1.1. Resultados referentes al objetivo específico 1

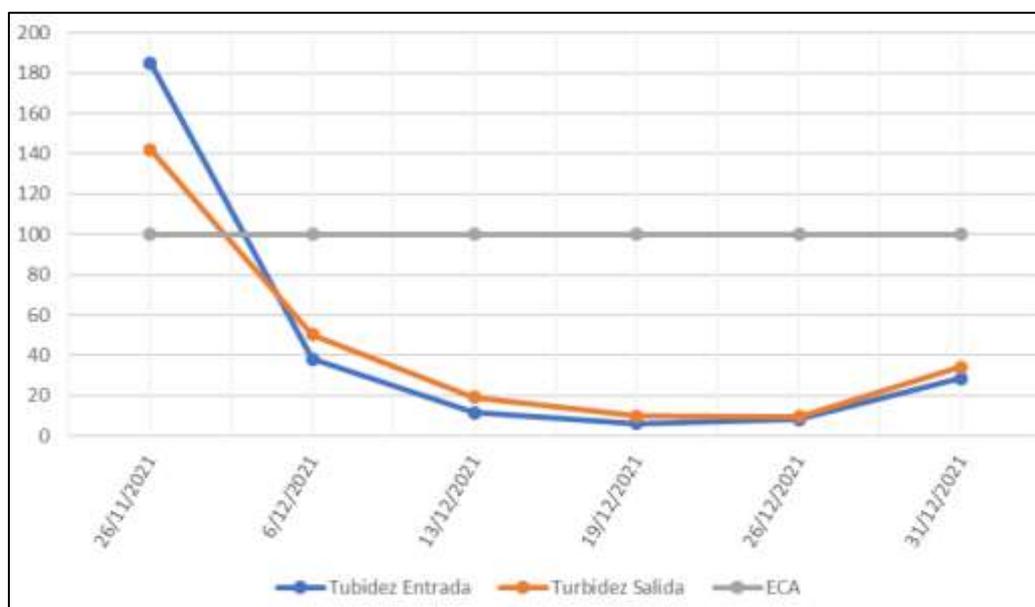


Figura 5. Resultados para la turbidez (NTU)

Según se evidencia en la Figura 5, gran parte de las muestras recopiladas desde el punto 2 cumplen con el ECA del agua para el parámetro de turbidez (100 NTU), sin embargo, en la primera toma de muestra se obtuvo valores aproximados a 200 NTU para la entrada y de 150 NTU para la salida, cabe mencionar que la toma de muestra del día 26 de noviembre coincide con un día lluvioso lo cual ocasionó la remisión del agua mostrando una turbidez elevada.

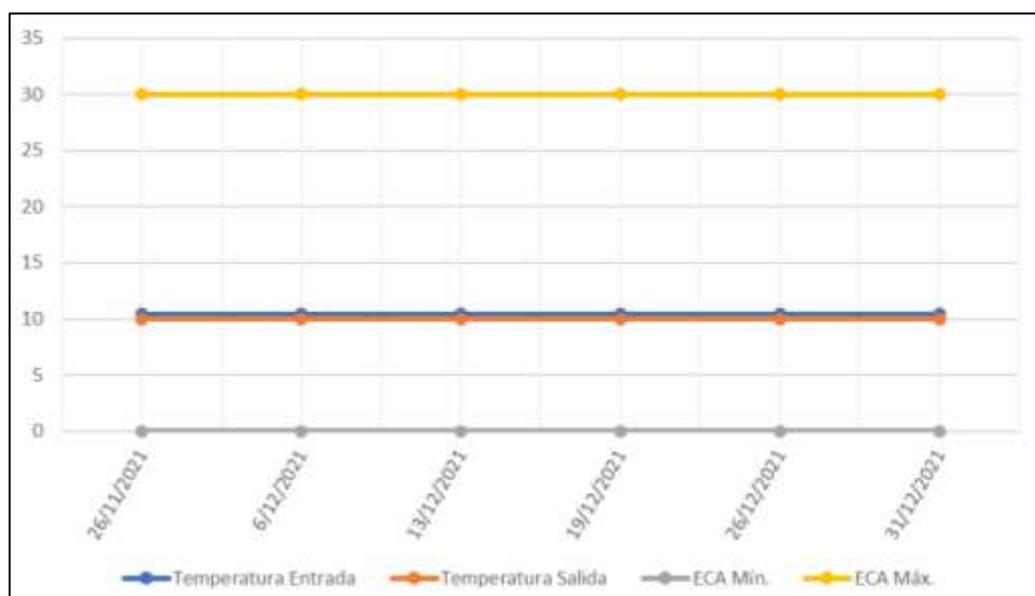


Figura 6. Resultados para la temperatura (°C)

De acuerdo a la Figura 6, respecto a las variaciones de temperatura en los puntos de muestreo, se puede observar que estas no se presentan, siendo la temperatura casi constante, un indicador de que no existe alteración térmica en el medio.

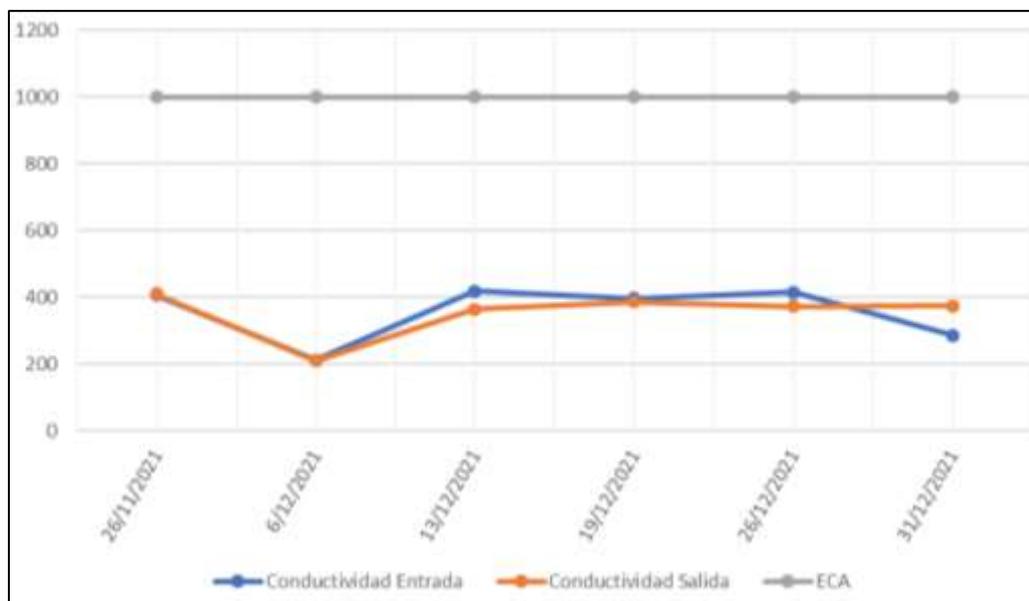


Figura 7. Resultados para la conductividad (mS/cm²)

De acuerdo a la Figura 7, respecto a los resultados de la conductividad eléctrica, se evidencia que los niveles de conductividad eléctrica, **observándose que** son considerablemente más bajos en comparación con el estándar de calidad ambiental (ECA) establecido en 1000 mS/cm². En los puntos de muestreo, los valores registrados rondan los 400, aproximadamente.

De este modo se procedió a realizar la prueba de la T de student después de la prueba de normalidad

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para la turbidez.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de la turbidez = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de la turbidez  $\neq$  0

Tabla 2. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas

Valor T	Valor p
0.26	0.808

A través de la Tabla 3, se exponen los hallazgos obtenidos mediante la prueba t de Student. El valor p obtenido, que asciende a 0.808, supera el umbral de significancia establecido en 0.05. Por lo tanto, no se cuenta con suficiente respaldo estadístico para descartar la hipótesis nula, indicando que no se evidencia una diferencia significativa en la turbidez entre la entrada y la salida de la piscicultura.

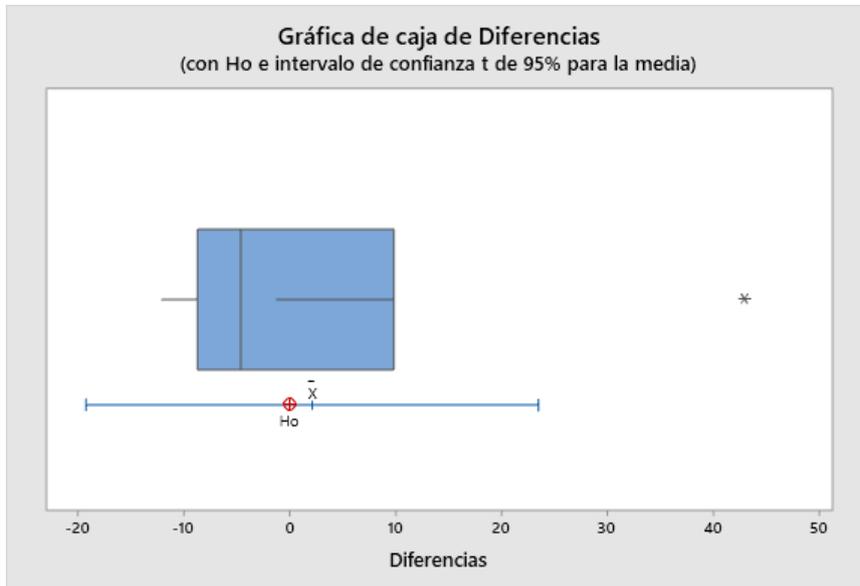


Figura 8. Gráfica de cajas de diferencias para la turbidez

Por medio de la Figura 8, se expone un gráfico de cajas que revela la existencia de datos atípicos. En este contexto, se observa que la línea correspondiente a la hipótesis nula ( $H_0$ ) está incluida en el intervalo de los datos atípicos. Como resultado, no se encuentra justificación para descartar la hipótesis nula, lo cual sugiere que no hay evidencia estadística significativa que respalde la diferencia entre las medias de turbidez tanto al inicio como al final de la piscicultura.

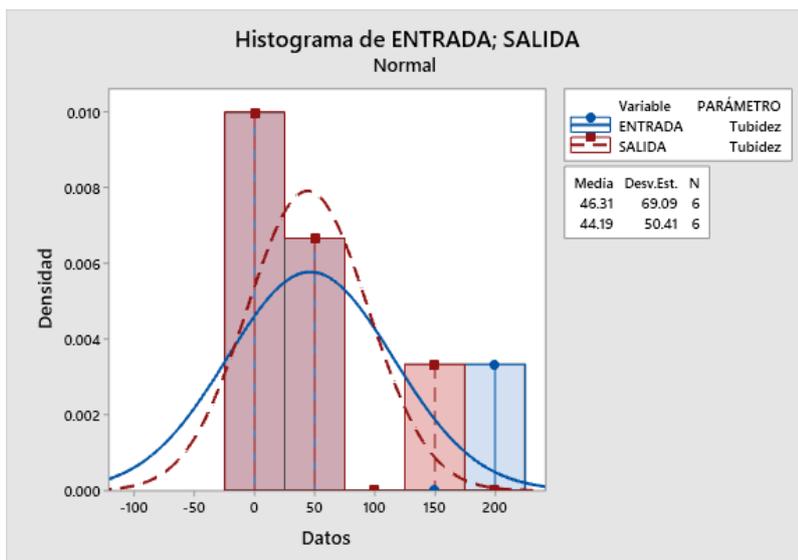


Figura 9. Histograma de entrada y salida para la turbidez

Se muestra un histograma a través de la Figura 9, en el cual se observa un sesgo a la derecha es decir que los valores de turbidez mayores que se obtuvieron del muestreo afectan la distribución de datos además de ser estos poco variables.

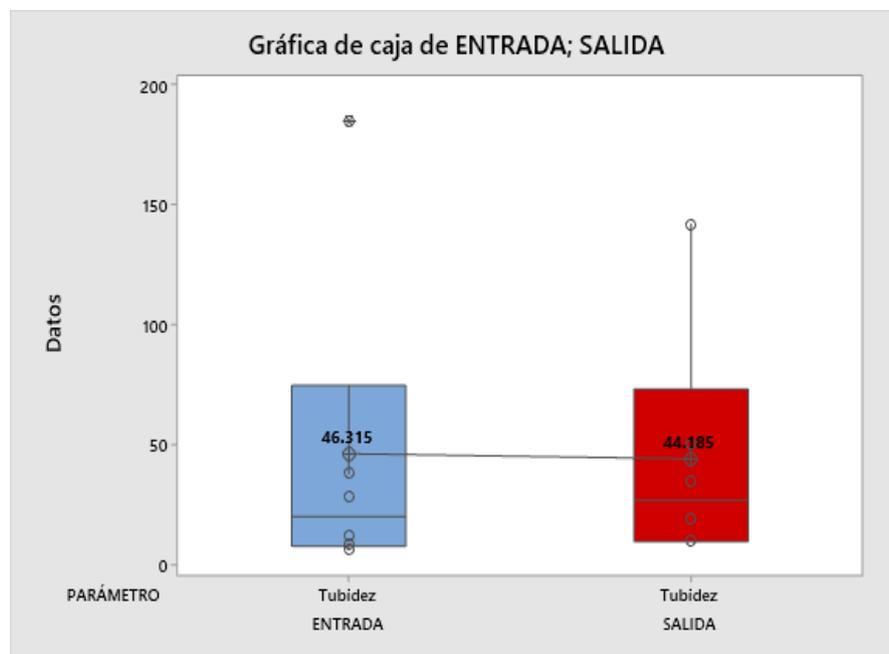


Figura 10. Gráfica de cajas de entrada y salida para la turbidez.

Mediante la Figura 10, se presenta un diagrama de cajas que muestra una acumulación positiva de la distribución de datos de turbidez tanto en la entrada como en la salida de la piscigranja, además el punto en el que valores de turbidez coincide es un indicador de que la turbidez a la entrada y a la salida no sufre un cambio considerable.

### Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para la temperatura del agua

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de la temperatura = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de la temperatura  $\neq 0$

Tabla 3. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas

Valor T	Valor p
*	*

Se presentan en la Tabla 3, los resultados de la prueba t de Student, donde el valor p (\*) y los valores de temperatura tanto a la entrada como a la salida de la piscigranja, siendo ambos de 10 °C, indicando que no hay variabilidad significativa.

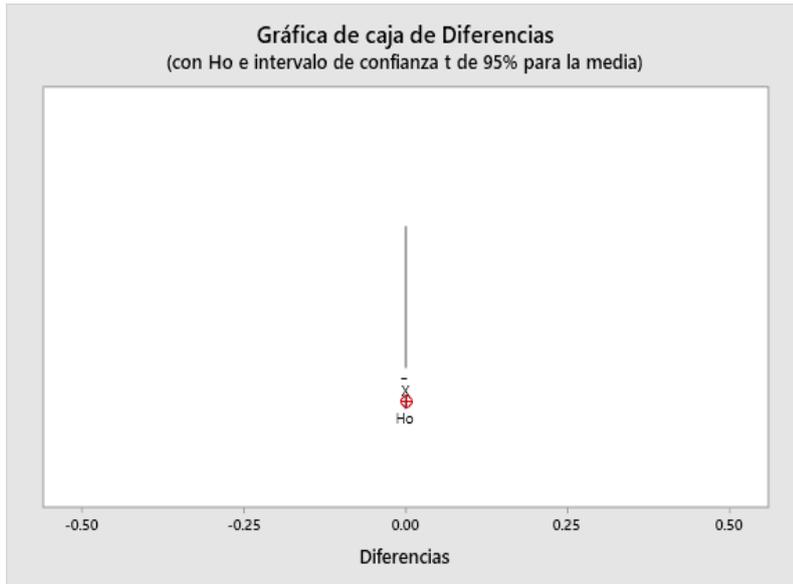


Figura 11. Gráfica de cajas de diferencias para la temperatura

A través de la Figura 11, se muestra un diagrama de cajas sin la presencia de datos atípicos. El cual evidencia que no hay diferencias apreciables entre las medias de temperatura tanto a la entrada como a la salida de la piscigranja.

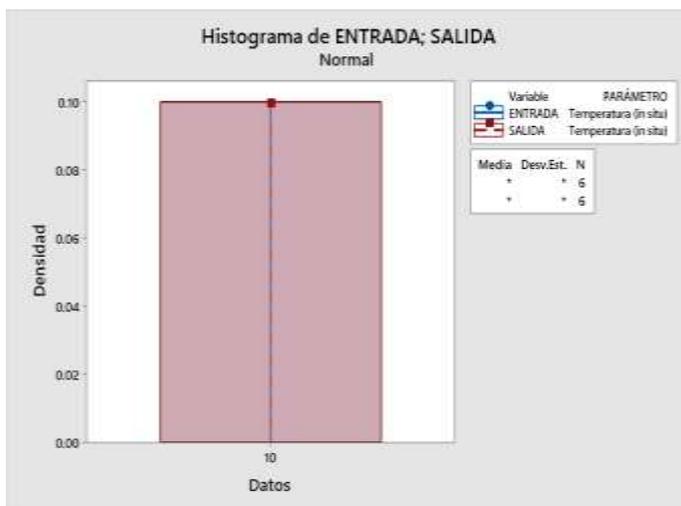


Figura 12. Gráfica de histogramas de entrada y salida para la temperatura

Se exhibe mediante la Figura 12, el histograma de temperatura tanto en la entrada como en la salida de la piscigranja, en el cual se evidencia que no hubo cambios significativos en la temperatura en ambos escenarios.

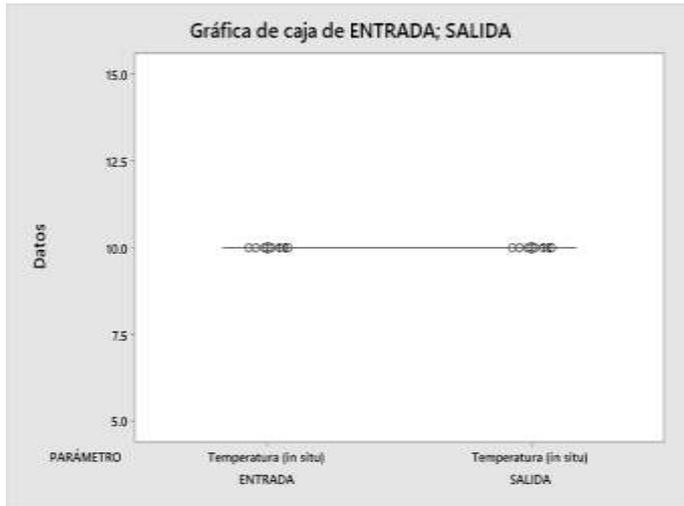


Figura 13. Gráfica de cajas de entrada y salida para la temperatura

En la Figura 13, el diagrama de cajas muestra que tanto en las entradas y salidas del sistema, la acumulación de datos se concentra en un punto específico en ambos casos, indicando la falta de cambios significativos en este parámetro.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para la conductividad.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de la conductividad = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de la conductividad  $\neq 0$

Tabla 4. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
0.14	0.895

Mediante la Tabla 4, se muestran los resultados de la prueba t de Student, con un valor p obtenido de 0.895, el cual supera a 0.05 concernientes a la significancia. Por consiguiente, no hay suficiente evidencia estadística que permita descartar la hipótesis nula, es decir, se revela que la inexistencia de una diferencia significativa entre los niveles de conductividad tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

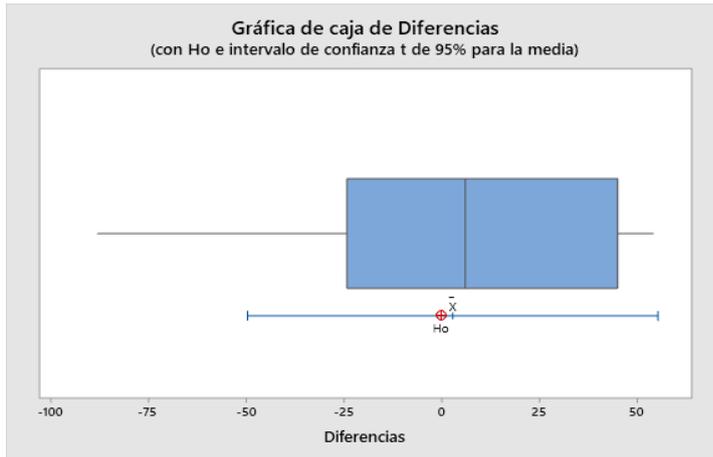


Figura 14. Gráfica de cajas de diferencias para la conductividad

Mediante la Figura 14, se observa un diagrama de cajas, donde se observa que no exhibe datos atípicos. Evidenciándose que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) está dentro del rango de los datos representados. En consecuencia, no hay fundamentos para descartar la hipótesis nula, señalándose que no hay estadísticamente una diferencia significativa entre las medias de conductividad tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

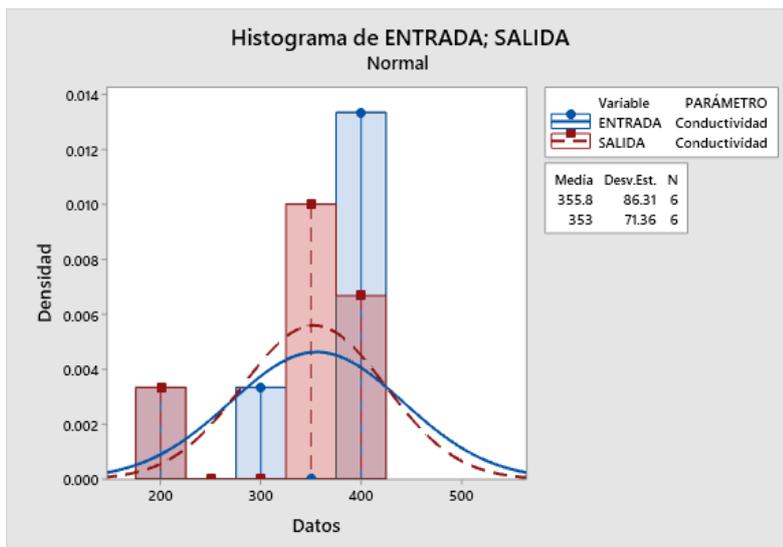


Figura 15. Histograma de entrada y salida para la conductividad

En la Figura 15, en el histograma, se puede observar un sesgo a la izquierda, quiere decir que los datos más bajos alteran la distribución de los datos, la conductividad eléctrica tiene una variabilidad alta en cuanto a los valores de este en el sistema a la entrada y salida.

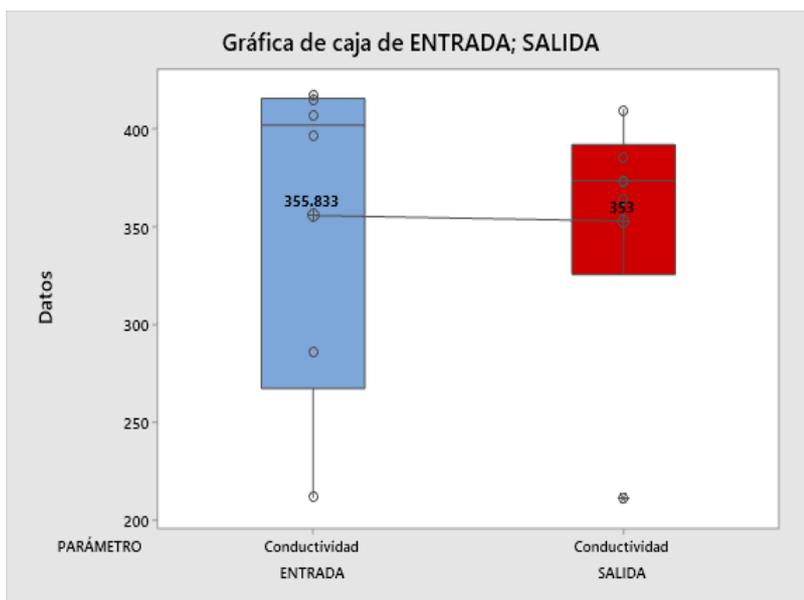


Figura 16. Gráfica de cajas de entrada y salida para la conductividad

En la Figura 16 en el gráfico de cajas se puede observar distribuciones negativas para el para el parámetro de conductividad, ya que los valores que más se presentan en el muestreo son de aproximadamente 400 tanto en la entrada y la salida de la piscigranja.

#### 4.1.2. Resultados referentes al objetivo específico 2

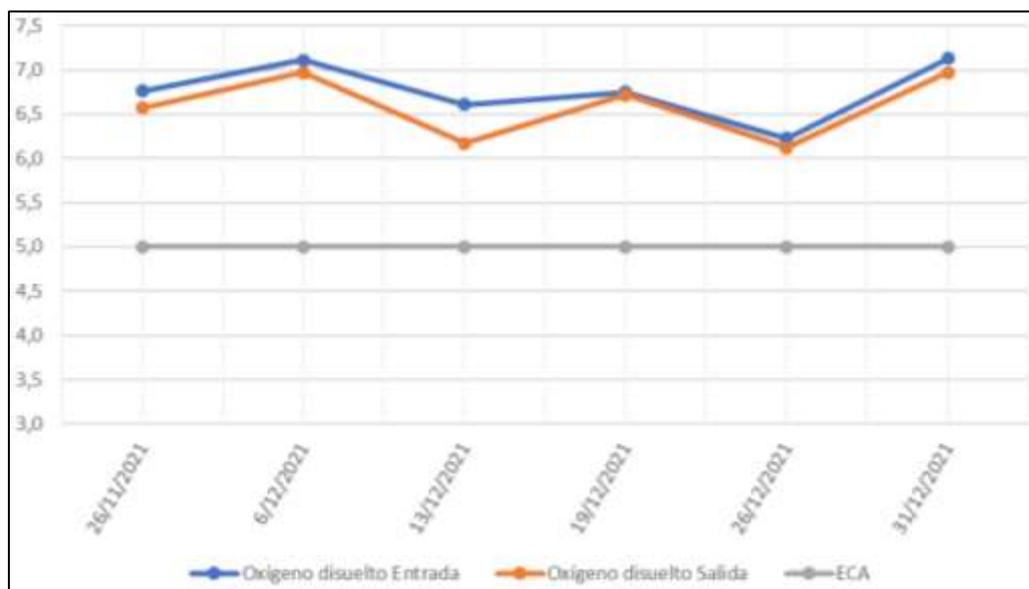


Figura 17. Resultados para el oxígeno disuelto (mg/L)

Según se destaca mediante la Figura 17, los resultados referentes al oxígeno disuelto en los lugares de muestreo revelan que superan el estándar establecido por la normativa ambiental (ECA) para este parámetro. De manera consistente, los valores de oxígeno

disuelto se encuentran en un rango cercano a 7 mg/L en prácticamente todos los lugares de muestreo.

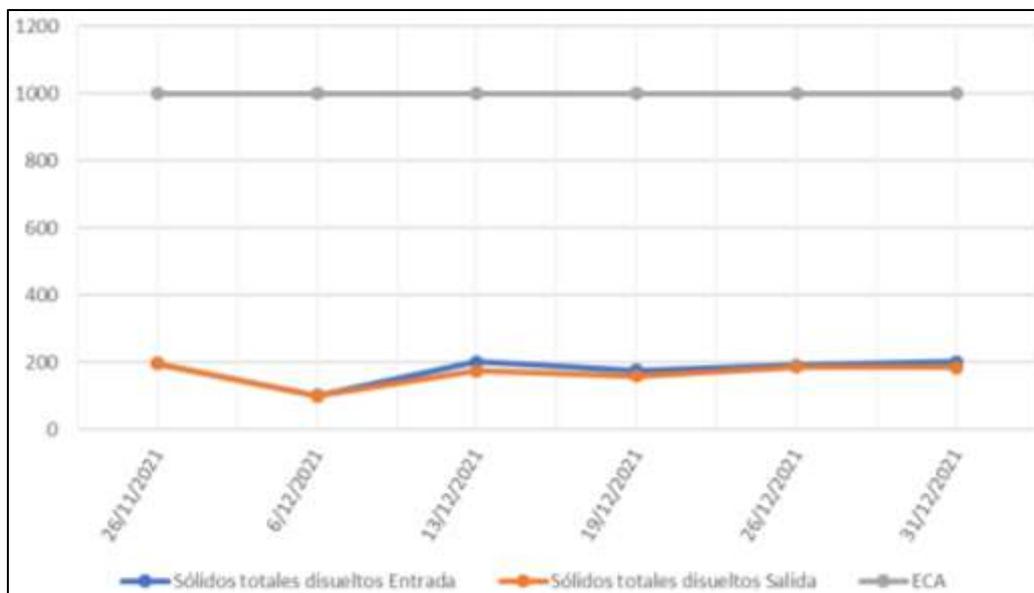


Figura 18. Resultados para los sólidos totales disueltos (mg/L)

De acuerdo a la Figura 18, el valor establecido en la norma peruana para ECA del agua respecto a sólidos totales disueltos es de 1000 mg/L, en comparación con los valores registrados en los puntos de muestreo, los cuales oscilan alrededor de los 200 mg/L, este valor se sitúa por encima. En consecuencia, con respecto a este parámetro, se observa que se satisface el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del agua. También debe mencionarse que en el mantenimiento de la granja incluye el proceso de descolmatación cada 3 meses.

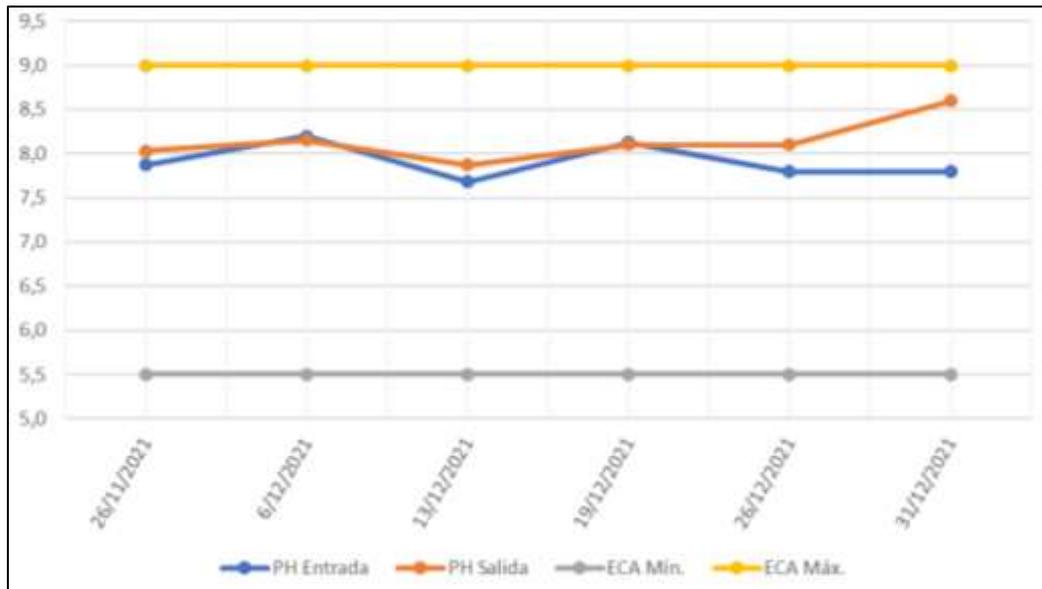


Figura 19. Resultados para el pH

De acuerdo con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por la normativa, se desprende de la Figura 19 que el pH en los lugares de muestreo presenta ciertos valores, debería situarse entre 5.5 y 9. La representación gráfica indica que los valores de las muestras efectivamente se encuentran dentro de este rango, cumpliendo así con el respectivo ECA para este parámetro.

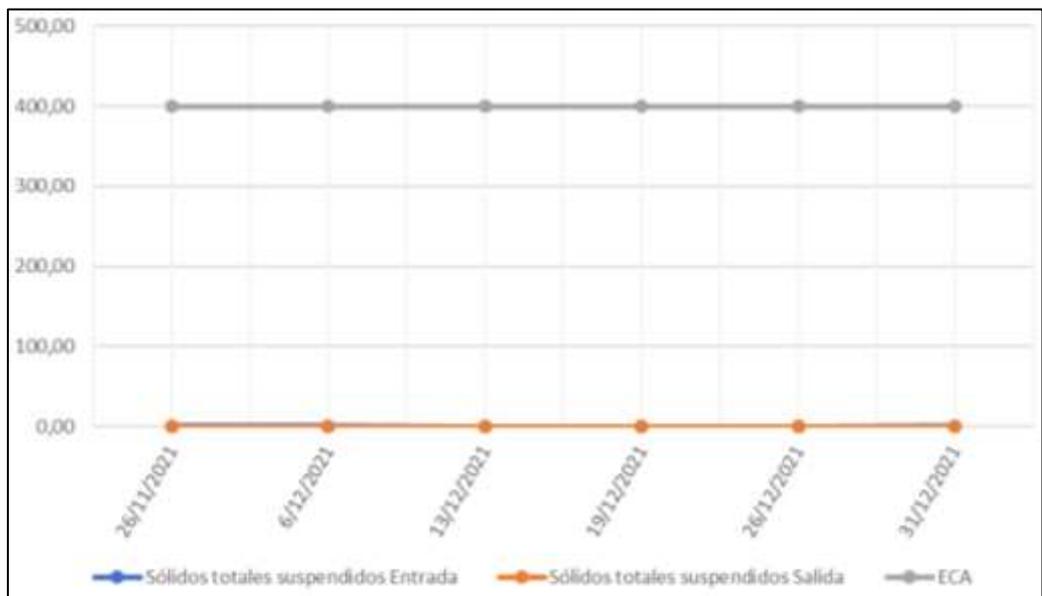


Figura 20. Resultados para los sólidos totales de suspendidos (mg/L)

Mediante la Figura 20, se aprecia que el límite establecido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la concentración de sólidos totales suspendidos es de 400 mg/L. Sin embargo, al analizar los puntos de muestreo, se detectan valores significativamente

inferiores en las muestras, indicando que se cumple con los requisitos normativos establecidos para este parámetro.

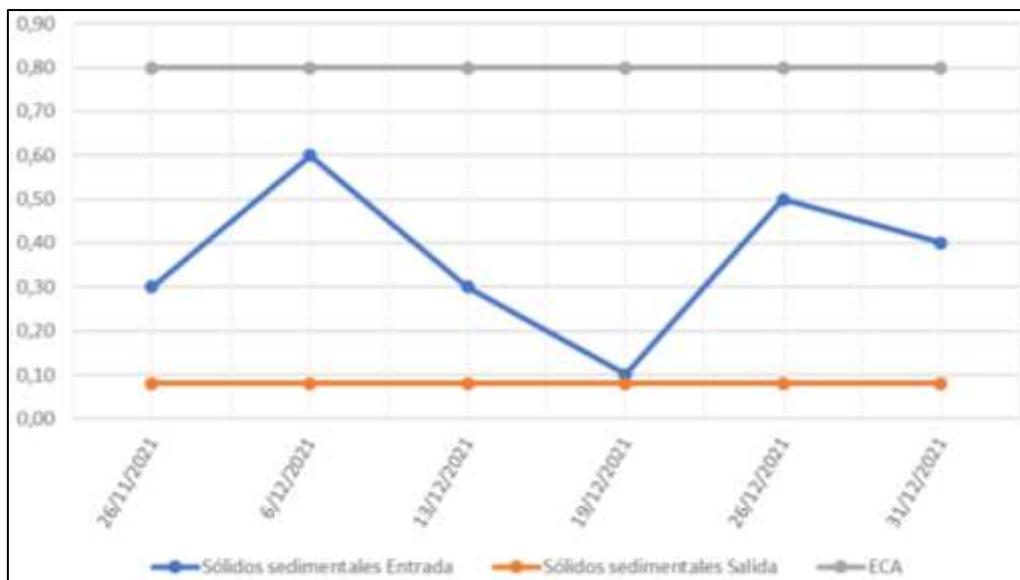


Figura 21. Resultados para sólidos sedimentables (mg/L)

En la Figura 21 se puede observar que se cumple con el ECA para el parámetro de sólidos sedimentables, pues este es mucho menor al establecido en la normativa y alcanza valores hasta de 0.8 mg/L en las muestras.

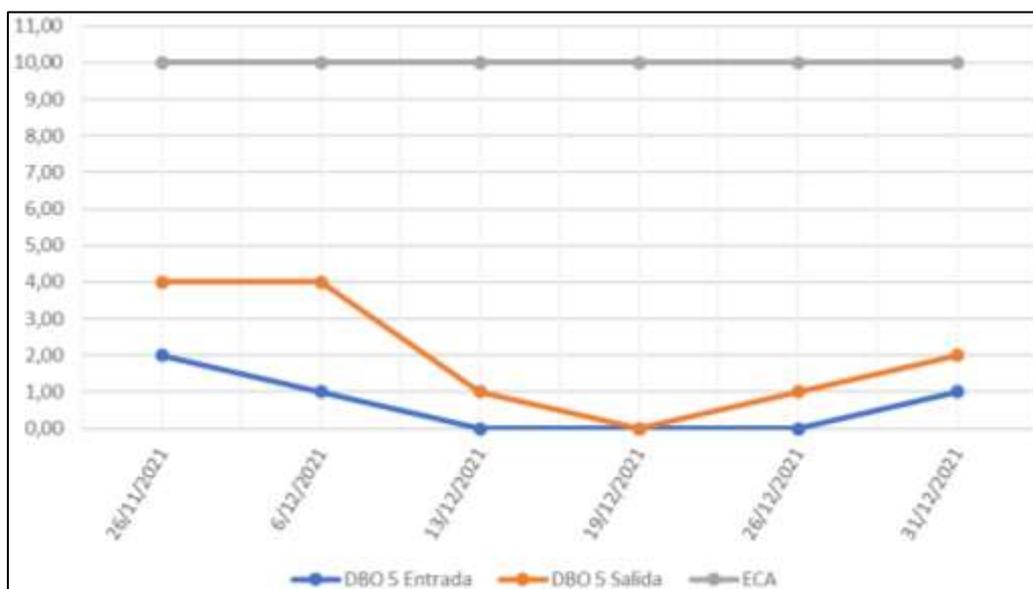


Figura 22. Resultados para DBO5 (mg/L)

En la representación de la Figura 22, se evidencia que los niveles de DBO5 son favorables, dado que se sitúan significativamente debajo de los límites establecidos en

los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para este parámetro. Es así como los valores en los diversos puntos presentan variaciones, pero en general, exhiben una tendencia descendente, indicando una disminución en la concentración de DBO5.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para el pH.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  del pH = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  del pH  $\neq$  0

Tabla 5. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
-1.80	0.132

Los resultados de la prueba t de Student se muestran en la Tabla 5, revelando un valor p de 0.132, el cual está por encima del umbral de significancia fijado en 0.05. En consecuencia, no se cuenta con suficiente respaldo estadístico para descartar la hipótesis nula, lo que sugiere que no se observa una diferencia significativa entre los niveles de pH al inicio y al final de la piscicultura.

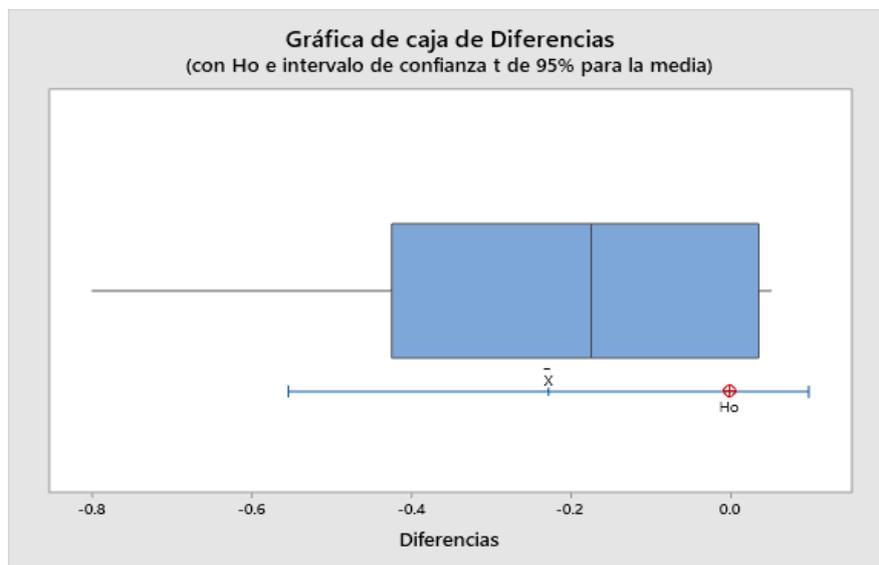


Figura 23. Gráfica de cajas de diferencias para el pH.

Por medio de la Figura 23, se muestra un diagrama de cajas, el cual no evidencia datos atípicos. Observándose que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) está dentro del rango de los datos representados. En consecuencia, no existen razones para refutar la hipótesis nula, lo que indica que no hay estadísticamente una diferencia significativa entre las medias de pH tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

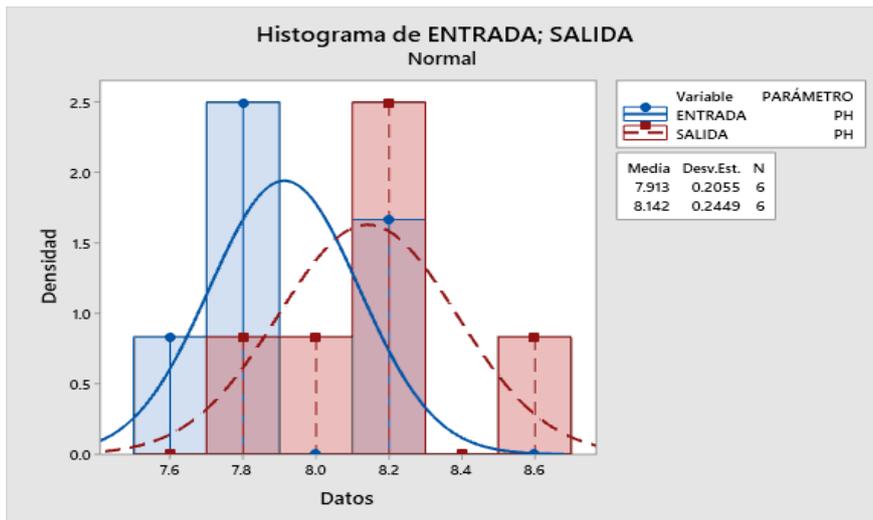


Figura 24. Histograma de entradas y salidas para el pH

A través de la Figura 24, se presenta un histograma, en este se puede observar, respecto al pH, un comportamiento bimodal de datos a la entrada y salida del sistema para el parámetro de pH, esto representa la variabilidad del pH que se muestra casi nula en el proceso.

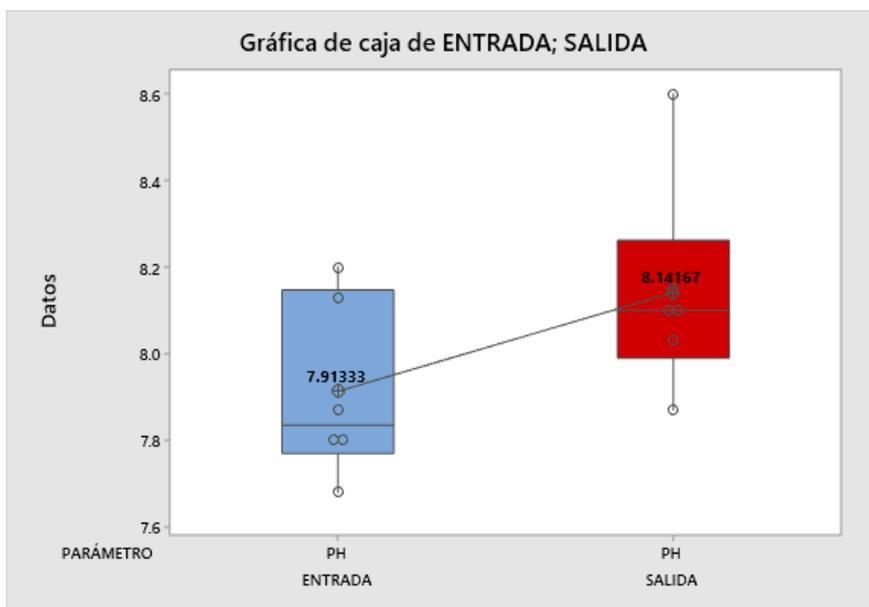


Figura 25. Gráfica de cajas de entrada y salida para el pH

A través de la Figura 25, se visualiza un diagrama de cajas, donde se muestra las distribuciones acumuladas tanto en la entrada como en la salida de la piscigranja con respecto al pH del agua además este valor sufre un cambio en este parámetro del valor 7.91 a 8.14 tomando en consideración los puntos de muestreo.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para los sólidos totales disueltos.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos totales disueltos = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos totales disueltos  $\neq 0$

Tabla 6. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
2.41	0.061

A través de la Tabla 6, se muestran los hallazgos de la prueba t de Student, con un valor p conseguido de 0.061, el cual supera el nivel de 0.05 concernientes a la significancia. Por consiguiente, no se dispone de suficiente evidencia estadística para refutar la hipótesis nula, indicando que no hay una diferencia significativa entre los niveles de sólidos totales disueltos tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

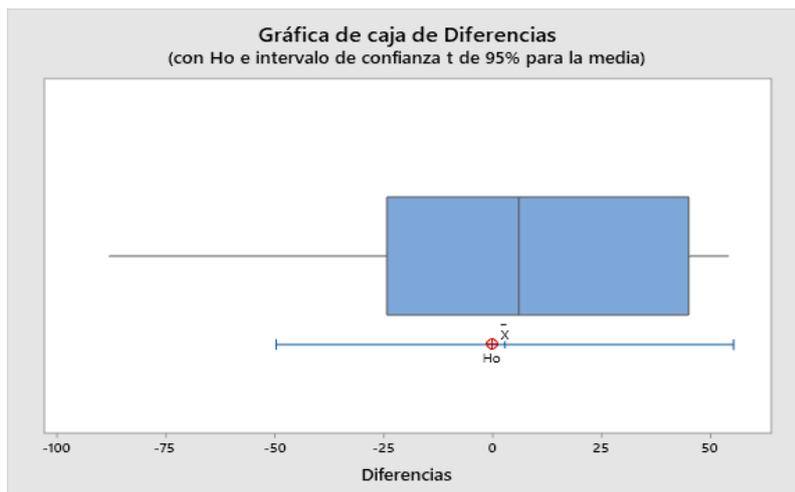


Figura 26. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos totales disueltos

Mediante la Figura 26, se exhibe un diagrama de cajas sin la presencia de datos atípicos. Evidenciando que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) está dentro del rango de los datos representados. Revelando que no existen fundamentos para descartar la hipótesis nula, dado que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los sólidos totales disueltos tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

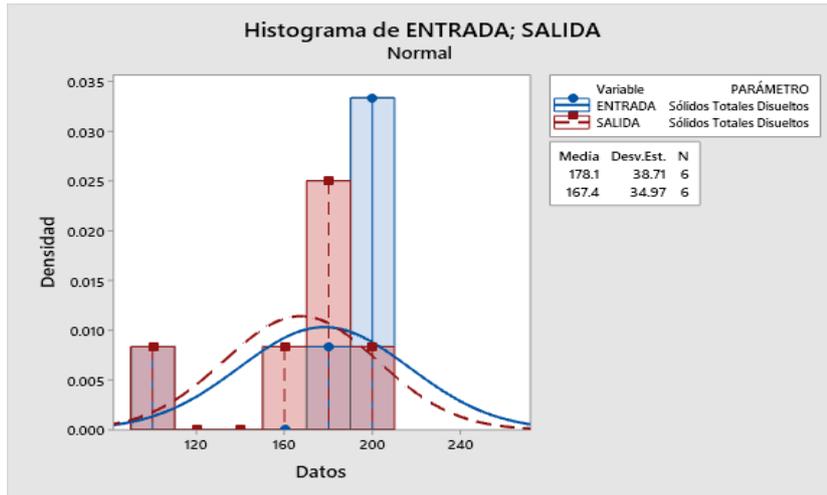


Figura 27. Histograma de entrada y salida para los sólidos totales disueltos

Respecto al parámetro de sólidos totales disueltos, se puede observar un sesgo a la izquierda, quiere decir que los datos más pequeños alteran a la distribución de datos del sistema y además la variabilidad de estos no son notables en el resto de la gráfica.

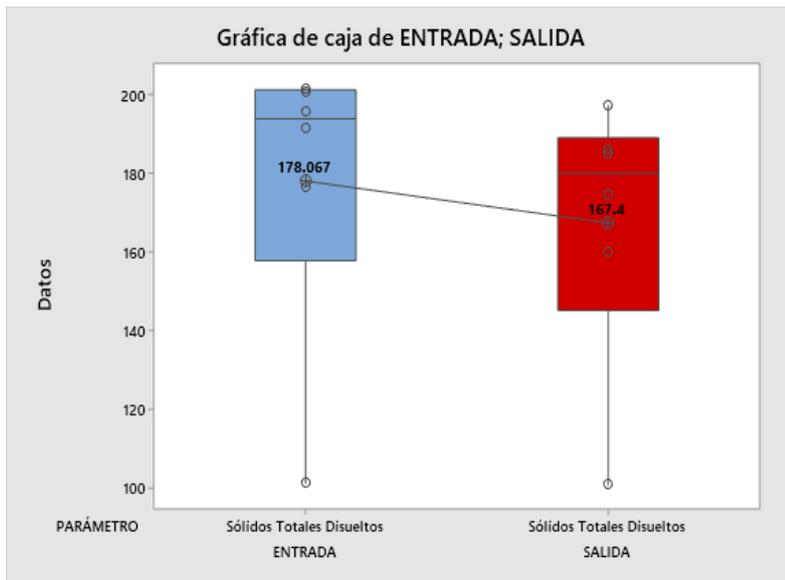


Figura 28. Gráfico de cajas de entrada y salida para los sólidos totales disueltos

Mediante la Figura 28, se exhibe un diagrama de cajas, evidenciando distribuciones acumuladas negativas para el parámetro de sólidos disueltos totales, lo cual revela una variación descendente desde un valor de 178.067 hasta 167.4 de conductividad eléctrica.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para el oxígeno disuelto.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia\_μ del oxígeno disuelto = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia\_μ del oxígeno disuelto  $\neq$  0

Tabla 7. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
3.13	0.026

A través de la Tabla 7, se exponen los hallazgos de la prueba t de Student, donde se observa un valor p de 0.026, por debajo del nivel de significancia de 0.05. Esta discrepancia implica que hay evidencia estadística suficiente para descartar la hipótesis nula, indicando una significativa diferencia entre los niveles de oxígeno disuelto tanto al inicio como al final de la piscicultura.

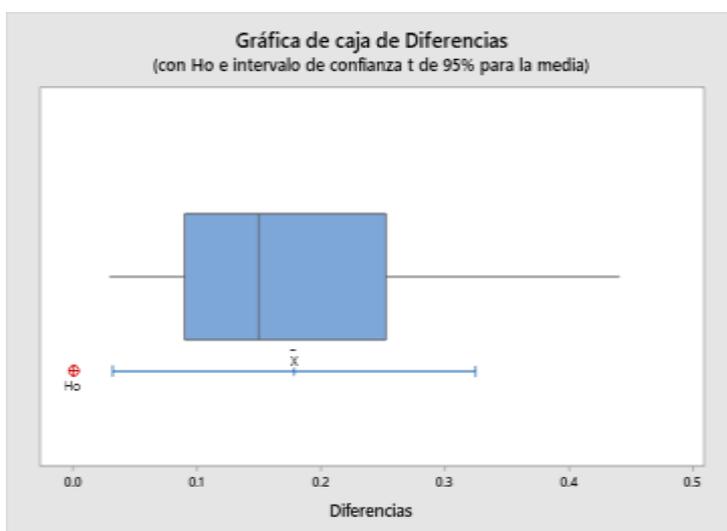


Figura 29. Diagrama de cajas de diferencias para oxígeno disuelto

La Figura 29 muestra un diagrama de cajas sin datos atípicos, donde se evidencia que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) no está dentro del rango de los datos representados. Esto proporciona fundamentos para contradecir la hipótesis nula, indicando que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del oxígeno disuelto tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura.

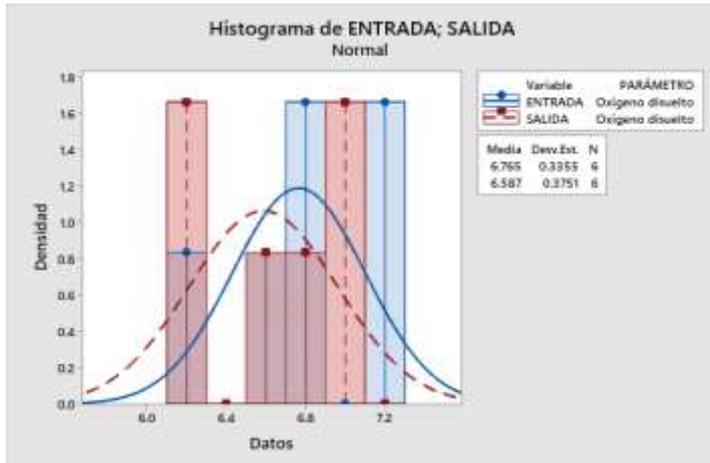


Figura 30. Histograma de entrada y salida para el oxígeno disuelto

Se exhibe mediante la Figura 30, un histograma de los datos de oxígeno disuelto, evidenciándose un patrón bimodal cercano entre las muestras de entrada y salida del sistema. Este comportamiento sugiere una leve variabilidad entre los datos de muestreo.

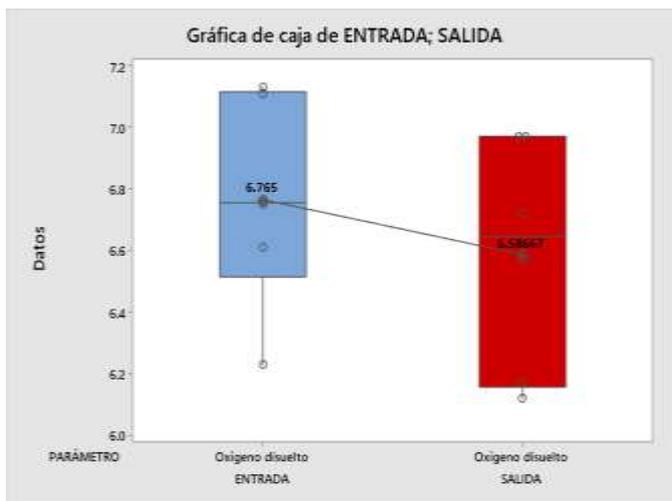


Figura 31. Gráfica de caja para entrada y salida para el oxígeno disuelto

Por medio de la Figura 31 se exhibe un gráfico de cajas, que evidencia un comportamiento inusual en la distribución de datos respecto al parámetro oxígeno disuelto, pues en la entrada se observa un comportamiento positivo y en la salida un comportamiento negativo, además de ello se observa una disminución en el valor del oxígeno disuelto de 6.76 a 6.58.

### Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para los sólidos totales suspendidos

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos totales suspendidos = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos totales suspendidos  $\neq 0$

Tabla 8. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
4.24	0.008

A través de la Tabla 8, se exponen los valores obtenidos de la prueba t de Student, destacando un valor p de 0.008, el cual es menor que 0.05 concernientes a la significancia. Por lo tanto, se dispone de evidencia estadística suficiente para descartar la hipótesis nula, revelando una significativa diferencia entre los valores tanto en la entrada como en la salida de la piscicultura.

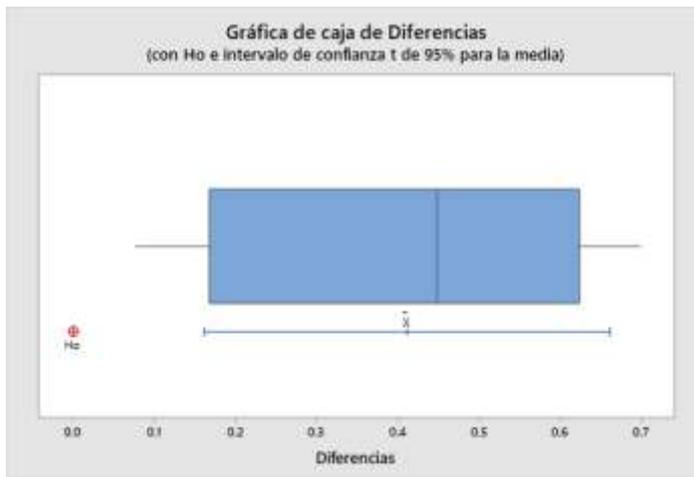


Figura 32. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos totales suspendidos.

Mediante la Figura 32, se exhibe un diagrama de cajas, para a la evaluación de sólidos totales suspendidos. Se destaca que no hay datos atípicos, observándose que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) no está dentro del rango de los datos representados. Por ende, se cuenta con fundamentos para descartar la hipótesis nula, indicando que hay una discrepancia significativa entre las medias de los sólidos totales suspendidos a la entrada y a la salida de la piscicultura, es estadísticamente significativa.

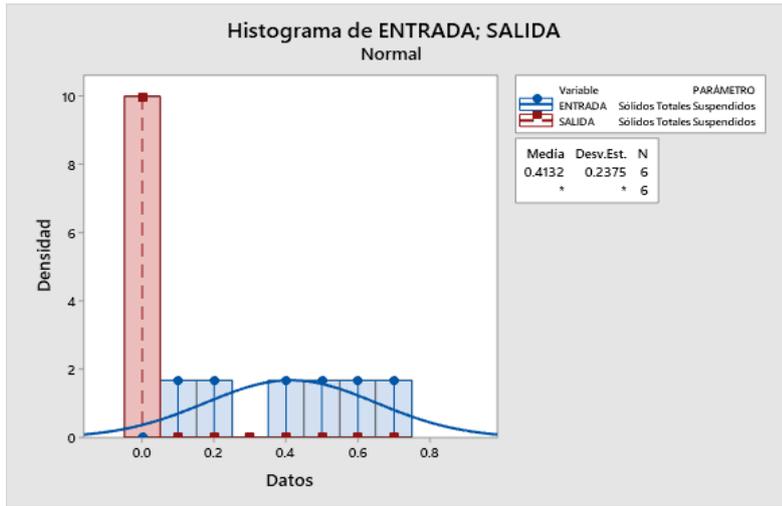


Figura 33. Histograma de entrada y salida para los sólidos totales suspendidos

En la Figura 33 se muestra un histograma sobre los valores totales suspendidos, se puede observar una distribución normal en los datos de salida respecto este parámetro, se observa asimismo una notoria reducción en los niveles de sólidos totales suspendidos en el sistema.

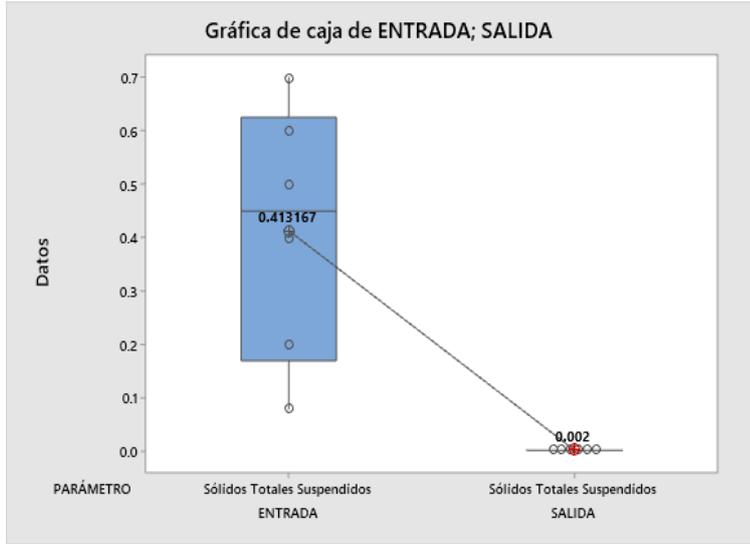


Figura 34. Gráfica de cajas de entrada y salida para los sólidos totales suspendidos

Se exhibe por medio de la Figura 34, un diagrama de cajas para los sólidos totales suspendidos. Donde se observa una distribución negativa en los datos de entrada, mientras que en los datos de salida no se aprecia variabilidad. También, el cambio en el parámetro de sólidos totales suspendidos ocurre de manera abrupta, disminuyendo de 0.4 a 0.002.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para el sólido sedimentable.**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos sedimentables = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de los sólidos sedimentables  $\neq 0$

Tabla 9. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
3.73	0.014

Los hallazgos de la prueba t de Student se exponen mediante la Tabla 9, revelando un valor p de 0.014. Valor menor que el nivel de 0.05 concernientes a la significancia, revelando evidencia estadística suficiente para descartar la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia una significativa diferencia entre los niveles de sólidos sedimentables tanto al inicio como al final de la piscicultura.

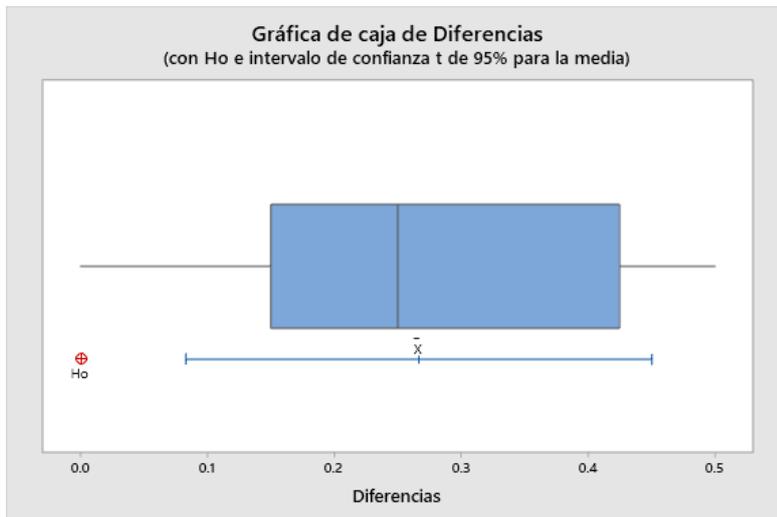


Figura 35. Gráfica de cajas de diferencias para los sólidos sedimentables

En la Figura 35 se puede visualizar un gráfico de cajas para los sólidos sedimentables. Se visualiza que no se tiene datos atípicos y se puede observar que  $H_0$  no está dentro de la línea, por ende, se tiene base para refutar la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo cual implica la existencia la diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los sólidos sedimentables en la entrada y salida de la piscicultura.

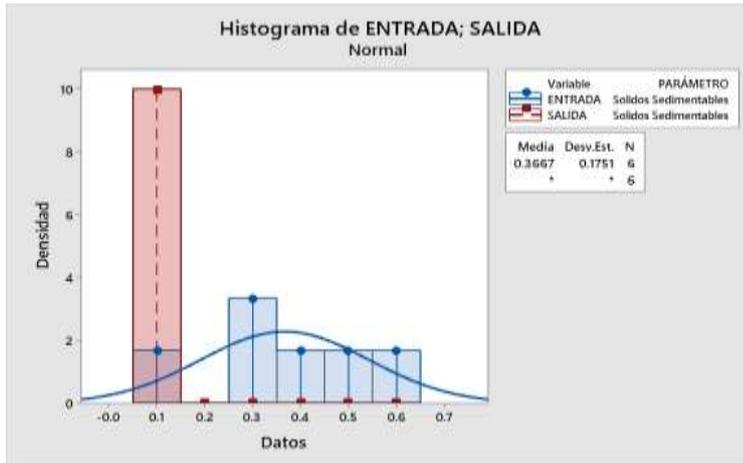


Figura 36. Histograma de entrada y salida para los sólidos sedimentables

En la Figura 36 se visualiza un histograma para los sólidos sedimentables, se puede observar una distribución normal para los datos de salida del sistema, teniendo en cuenta un descenso en los valores del sistema para sólidos sedimentables.

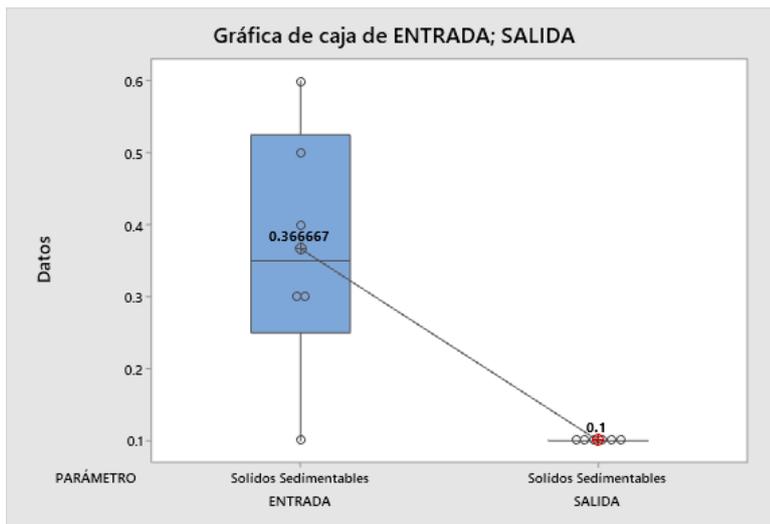


Figura 37. Gráfico de cajas de entrada y salida para los sólidos sedimentables

Se muestra un diagrama de cajas, mediante la Figura 39, concerniente a sólidos sedimentables tanto en la entrada como en la salida, revelando una diferencia bastante significativa entre los datos de ambos puntos.

### Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para el DBO<sub>5</sub>.

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de la DBO<sub>5</sub> = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de la DBO<sub>5</sub>  $\neq$  0

Tabla 10. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas

Valor T	Valor p
-3.16	0.025

Mediante la Tabla 10 se presentan las derivaciones de la prueba t de Student, donde se observa un valor p de 0.025. Este valor es menor que el nivel de significancia establecido en 0.05, revelando que hay evidencia estadística suficiente para descartar la hipótesis nula. En otras palabras, se confirma una significativa diferencia en los niveles de DBO5 tanto al inicio como al final de la piscicultura.

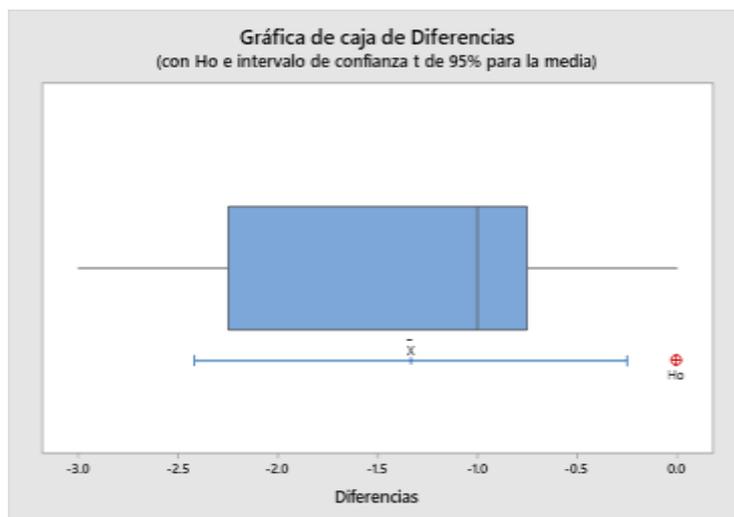


Figura 38. Gráfica de cajas de diferencias para de la DBO5.

En la Figura 38 se puede visualizar un gráfico de cajas para el DBO5, en este se visualiza que no se tiene datos atípicos y se puede observar que  $H_0$  no está dentro de la línea, por consiguiente, se tiene fundamento para no aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), es decir la diferencia de las medias de este parámetro a la entrada y a la salida de la piscicultura es estadísticamente significativa.

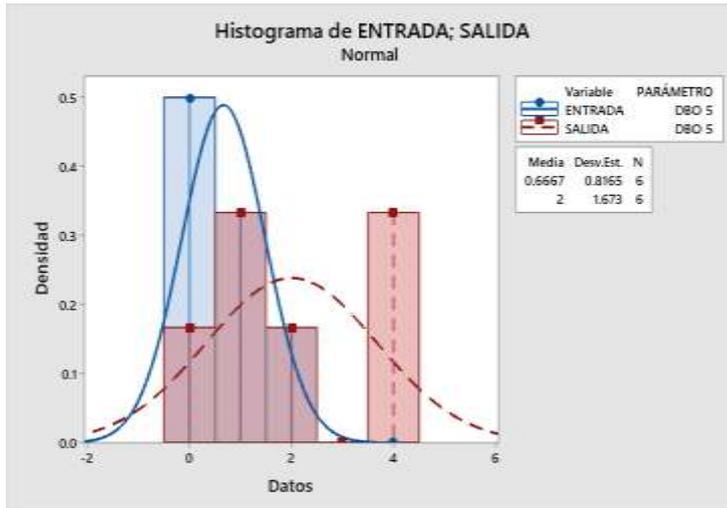


Figura 39. Histograma de entrada y salida para la DBO5

A través de la Figura 39, se presenta un histograma que ilustra la distribución de los valores de DBO5. Apreciándose tanto de entrada como de salida del sistema, un comportamiento bimodal en los datos, lo cual revela una variabilidad notable entre los puntos de muestreo, con un aumento en los valores de DBO5.

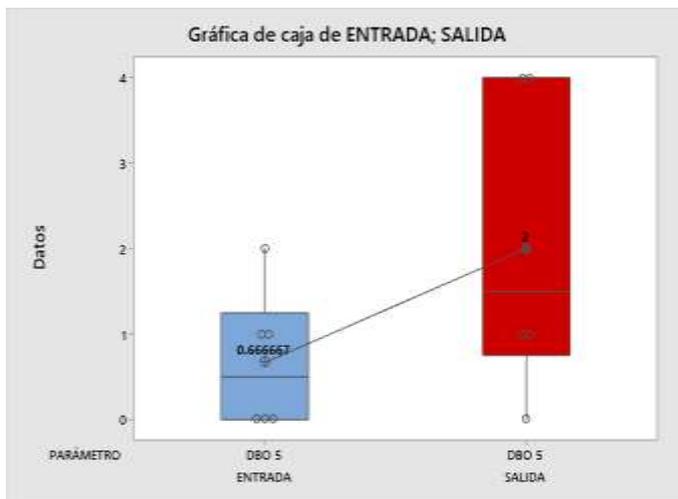


Figura 40. Gráfica de cajas de entrada y salida para la DBO5

Se exhibe en la Figura 40, un diagrama de cajas para los valores de DBO5 tanto en la entrada como en la salida, evidenciando una diferencia bastante significativa entre ambos conjuntos de datos.

#### 4.1.3. Resultados referentes al objetivo específico 3

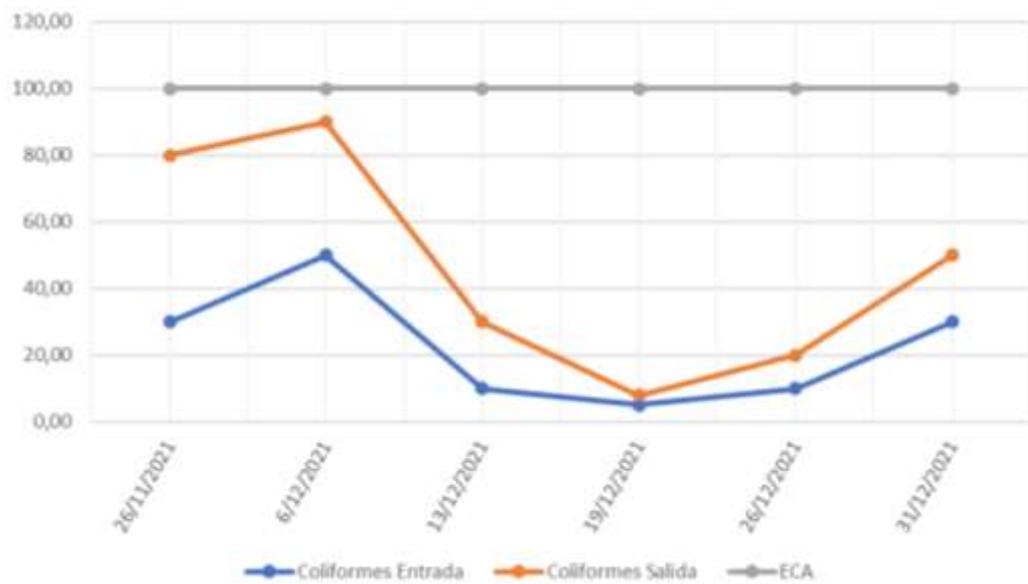


Figura 41. Resultados para coliformes totales (UFC/100ml)

En la Figura 41, respecto a los coliformes totales presentes en el agua del río, los valores presentados a lo largo del mismo son menores a los establecidos en la normativa peruana, los valores alcanzan un máximo de 100 UCF/100 mL en los primeros puntos de muestreo.

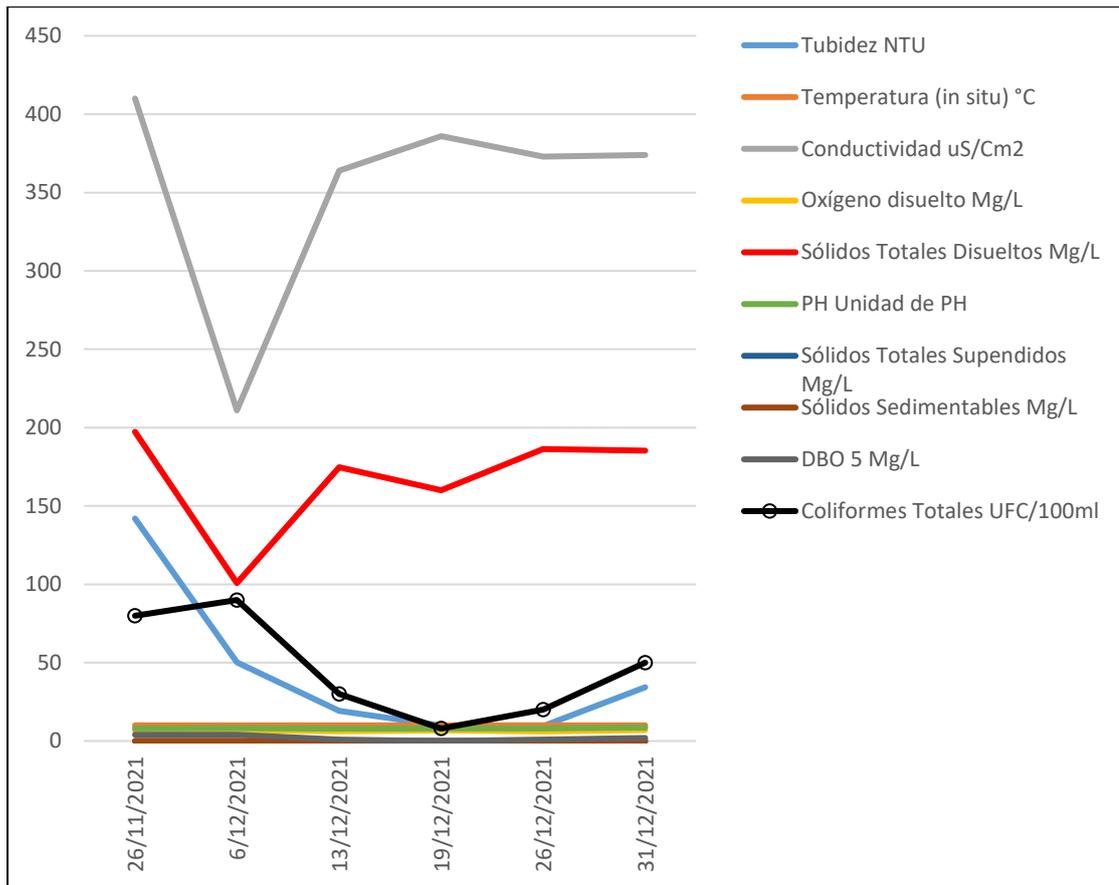


Figura 42. Resultados de los parámetros finales de las muestras de agua del río Vinchos

Se presentan los resultados del monitoreo de una fuente hídrica, evaluando diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En cuanto a los parámetros físicos, se observa variabilidad en la turbidez. Los datos químicos como pH, oxígeno disuelto y sales solubles totales se encuentran dentro de los rangos aceptables, no obstante, la conductividad difiere entre algunas muestras. El análisis integral revela que la turbidez y DBO superan el límite permitido en dos puntos de muestreo, apuntando a posible contaminación orgánica e influencia antrópica. El monitoreo continuo es indispensable para identificar cambios y asegurar la calidad del recurso, aplicando medidas preventivas y correctivas según corresponda para resguardar esta fuente hídrica.

**Prueba estadística t de Student para muestras pareadas (relacionadas) para los coliformes totales**

Hipótesis nula  $H_0$ : Diferencia  $\mu$  de los Coliformes Totales = 0

Hipótesis alternativa  $H_1$ : Diferencia  $\mu$  de los Coliformes Totales  $\neq 0$

Tabla 11. Prueba estadística t de Student para muestras pareadas.

Valor T	Valor p
-3.26	0.022

Se presenta mediante la Tabla 11, los valores derivados de la prueba t de Student. Evidenciando un valor p de 0.025, siendo menor a 0.05, por lo cual se considera que hay evidencia estadística suficiente para el rechazo de la hipótesis nula. Es decir, se revela la existencia de diferencias en los niveles de coliformes totales, la cual es significativa, tanto a la entrada como a la salida de la piscicultura

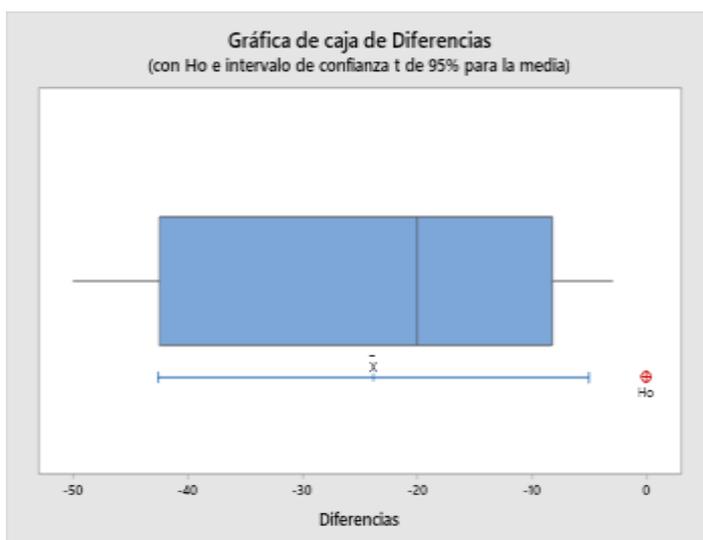


Figura 43. Gráfica de cajas de diferencias para de los coliformes totales

Se presenta a través de la Figura 43, un diagrama de cajas para los coliformes totales, observándose que no hay datos atípicos. Además, se evidencia que la línea de la hipótesis nula ( $H_0$ ) no está dentro del rango de los datos representados. Por lo tanto, hay justificación para refutar la hipótesis nula. Es decir, que existe diferencia entre medios concernientes a los coliformes totales a la entrada y a la salida de la piscicultura, la cual es estadísticamente significativa.

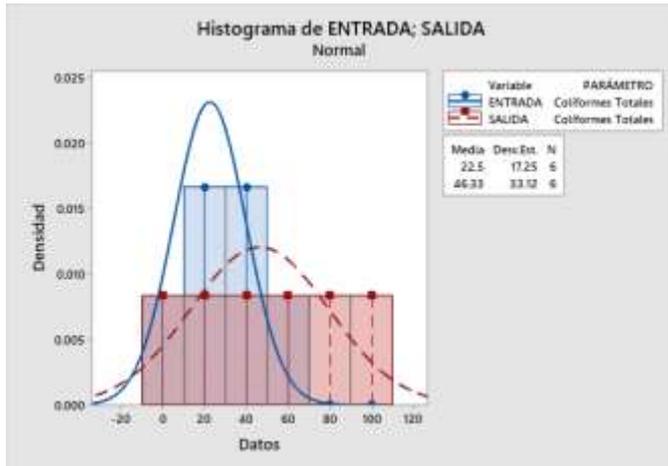


Figura 44. Histograma de entrada y salida para los coliformes totales

En la Figura 44, respecto a los datos de coliformes totales, tanto de entrada como de salida del sistema, se aprecia un comportamiento bimodal en los datos. Además, la distribución se muestra normal, lo que evidencia la presencia de variabilidad. Es importante destacar un aumento en los valores para los coliformes totales.

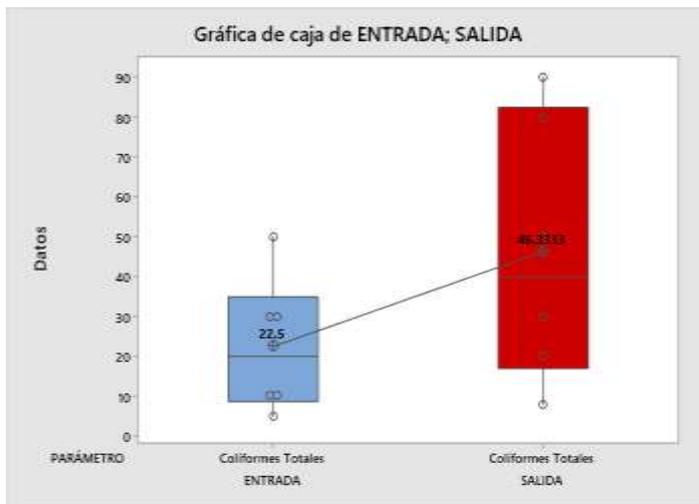


Figura 45. Gráfica de cajas para entrada y salida de los coliformes totales.

Se exhibe mediante la Figura 45, un diagrama de cajas con respecto a los coliformes totales. Observándose concerniente a los datos de entrada una distribución normal, mientras que en los datos de salida se muestra una distribución negativa, acompañada de un incremento notable de 22.5 a 46.3 para este parámetro.

#### 4.1.4. Resultados referentes al objetivo general

##### a. Planteamiento de la hipótesis

**H0:** No existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

**H1:** Existe influencia significativa de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

##### b. Nivel de significancia

Se empleó un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5% equivalente a un  $\alpha = 0,05$ .

##### c. Prueba estadística

Se empleó el estadígrafo no paramétrico Chi cuadrado de bondad de ajuste, debido a que se calculó determinar los éxitos observados en base a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Tabla 12. Estadísticos de la calidad de agua del río Vinchos

Parámetros	Entrada	Salida
Turbidez	Disminuye	No incrementa
Temperatura (in situ)	No disminuye	No incrementa
Conductividad	No disminuye	No incrementa
Oxígeno disuelto	No disminuye	Incrementa
Sólidos Totales Disueltos	No disminuye	No incrementa
PH	No disminuye	No incrementa
Sólidos Totales Suspendidos	Disminuye	No incrementa
Sólidos Sedimentables	No disminuye	No incrementa
DBO 5	No disminuye	No incrementa
Coliformes Totales	No disminuye	No incrementa

##### d. Regla de decisión

Se rechaza la hipótesis nula (H0) si el valor de sig. Es menor al nivel de significancia de 0,05. Por lo que se observa en la tabla 16 que los valores de sig.  $< 0,05$ , se llega a la conclusión de rechazar la hipótesis nula (H0) y aceptar la hipótesis alterna (H1).

##### e. Valor de la prueba

Tabla 13. Prueba de la hipótesis general

	Parámetros
Chi-cuadrado	21,333
Gl	1
Sig. Asintótica	0,000

**f. Conclusión estadística**

Considerando un nivel de significancia de 0,05 se concluye que no hay influencia significativa de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.

#### **4.1. Discusión de resultados**

La presente indagación, se ejecutó en el distrito de Vinchos, Ayacucho, durante el año 2021, asimismo se planteó en evaluar como la piscicultura influía sobre la calidad del agua del río Vinchos. Donde los resultados revelaron que la actividad piscícola incide de forma compleja sobre la calidad del agua de dicho río. Se constató además que, aunque algunos parámetros mantienen una estabilidad relativa, otros muestran variaciones significativas.

Una condición en común observada en los análisis de los parámetros son los picos visualizados en la fecha en la que se realizó la toma de la segunda muestra el día 06 de diciembre, esto debido a la temporada de altas lluvias que afecta tanto a la actividad de la piscicultura y a la calidad del agua en la región.

Referente al primer objetivo específico, en el cual se planteó determinar cómo la piscicultura en los influía en los parámetros físicos del agua del río Vinchos, los hallazgos obtenidos ofrecen valiosa información acerca del impacto de esta actividad, sobre dichos parámetros del agua. Evidenciándose así, que la turbidez, la temperatura y la conductividad no presentan variaciones significativas entre la entrada y salida de la piscicultura, con valores de  $p$  de 0.808, 0.895 y 0.008, respectivamente. Al comparar nuestros resultados con el estudio de Burbano (9), se observa una que no guarda relación, señalando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), en la calidad del agua asociada a efluentes piscícolas, tomando en consideración parámetros tales como la temperatura y la turbidez. Lo cual se asemeja con la investigación de Ruiz y otros (10) quienes estudiaron el río Chía, observando diferencia significativa en la temperatura del agua. Adicionalmente, la investigación de Portocarrero y otros (2023) en la región de Amazonas, donde resalta una significativa correspondencia evidenciada en los parámetros fisicoquímicos del agua afectada por efluentes acuícolas.

Por otro lado, el estudio de Chanamé y otros (14), el cual aborda la acuicultura intensiva de truchas en el río Chía. Aunque los parámetros evaluados difieren ligeramente, ambos estudios resaltan la existencia de influencia de la actividad piscícola sobre la calidad del agua, en el cual afirman que los parámetros asociados a esta calidad se mantuvieron constantes de regulares a buenos, esto a pesar de presentarse un cultivo intensivo de peces en la zona. Este hallazgo contrasta con los hallazgos de nuestra investigación, en la cual no se evidenciaron significativas diferencias concernientes a niveles de turbidez y temperatura del agua, sugiriendo una adaptación eficiente de las prácticas de piscicultura en el río Vinchos. Otro estudio relevante es el de Reyes (16), que se centra en la crianza de truchas en Molinopampa. Aunque se observan diferencias en los parámetros físicos evaluados, ambos estudios coinciden en la importancia de mantener condiciones óptimas para el cultivo de truchas. Mientras nuestro estudio no muestra variación significativa en la conductividad. Esto propone que las condiciones específicas de cada ubicación pueden influir en los resultados obtenidos.

La falta de diferencia significativa en la turbidez y temperatura puede atribuirse a prácticas específicas de manejo adoptadas por las piscifactorías en el río Vinchos. Es así que estos resultados diferentes, tanto del presente estudio, como de los autores mencionados podría deberse a las variaciones climáticas entre las ubicaciones de estudio, resaltando la importancia de considerar las condiciones geográficas específicas al interpretar los resultados.

Respecto al segundo objetivo, que busco determinar cómo la actividad piscícola influía sobre los parámetros químicos del agua del río Vinchos; se consideraron diversos indicadores. Cuyos resultados revelaron que no hay diferencia significativa entre el pH a la entrada y salida de la piscicultura ( $p = 0.132$ ) ni en los sólidos totales disueltos ( $p = 0.061$ ). No obstante, se registraron significativas diferencias en los niveles, el oxígeno disuelto ( $p = 0.026$ ), los sólidos sedimentables ( $p = 0.014$ ), sólidos totales suspendidos ( $p=0.008$ ) y la DBO5 ( $p = 0.025$ ). Relacionándose con los hallazgos de Abinaya y otros (11) al estudiar el río Hatunhuaycco, observaron cambios en oxígeno disuelto, aspectos que concuerdan con las fluctuaciones encontradas en el río Vinchos.

En lo que respecta al pH, no se identificaron discrepancias estadísticamente significativas entre la entrada y salida de la piscicultura, evidenciado por un valor de  $p$  de 0.132. Estos resultados se asocian con el estudio de Chanamé y otros (14) realizado en el río Chía, en el cual, aunque se practique un cultivo intensivo de peces, se evidenció niveles que oscilan entre regular y bueno, concernientes a la calidad del agua. Este paralelismo sugiere que la influencia de la actividad piscícola puede variar según la ubicación y las prácticas específicas implementadas.

Con lo que respecta a los sólidos totales disueltos y totales suspendidos, los valores de  $p$  de 0.061 y 0.008, respectivamente, sugieren que no existen diferencias significativas entre la entrada y salida de la piscicultura. Comparando estos resultados con el estudio en Molinopampa (16), mediante un minucioso análisis de la calidad del agua consignada para el cultivo de peces, resaltándose la importancia de mantener niveles adecuados de estos parámetros en beneficio del cultivo.

En cuanto al oxígeno disuelto, se aprecia una diferencia significativa entre la entrada y salida de la piscicultura, con un valor de  $p$  de 0.026. Este hallazgo subraya la relevancia de vigilar y administrar este parámetro crucial para el bienestar de las truchas, coincidiendo con los descubrimientos de la investigación de Reyes (16).

Asimismo, se observan diferencias en los sólidos sedimentables y en la DBO5 entre la entrada y salida de la piscicultura, con valores de  $p$  de 0.014 y 0.025, respectivamente. Estos resultados indican que la actividad piscícola puede estar influyendo en la carga orgánica y sedimentaria del agua, aspecto crucial para mantener la salud del ecosistema acuático. Se evidenció asimismo cambios notables atribuibles a la actividad de la piscicultura. La concentración de compuestos químicos específicos, como nitratos, fosfatos y otros, experimentó variaciones significativas que sugieren una relación directa con la presencia de instalaciones piscícolas en la zona. Comparando estos resultados con estudios anteriores, Burbano (9) identificó diferencias significativas en parámetros químicos similares, como DBO5, señalando un impacto de tipo negativo sobre la calidad

del agua por parte del cultivo de peces. Esto, hallazgos, subrayan lo complejo de los efectos derivados de esta actividad sobre diversos entornos acuáticos. Asimismo, se evidenció en el presente estudio falta de diferencia en pH y sólidos totales disueltos, lo cual sugiere estabilidad durante la piscicultura. Sin embargo, las variaciones en oxígeno disuelto, sólidos sedimentables y DBO5 pueden atribuirse a influencias directas de la piscicultura, destacando la complejidad de los procesos acuáticos y la necesidad de considerar factores ambientales y prácticas de gestión específicas. Este análisis se sustenta por lo señalado por Ruiz y otros (10) quienes señalan que, a pesar de la intensa actividad piscícola, la calidad del agua se mantiene dentro de parámetros normales a buenos.

Con respecto al tercer objetivo específico, que busca determinar cómo la actividad piscícola influye en los parámetros microbiológicos (coliformes totales), el valor de  $p$  (0.025) señala que existe diferencia entre los coliformes totales en la entrada y salida de la piscicultura, al cual es significativa. Revelando niveles elevados de coliformes totales, sugiriendo una posible contaminación microbiológica al río evaluado, asociada con la actividad piscícola.

Contrastando estos hallazgos con estudios similares, el trabajo de Amirul y otros (12) en el río Halda, Bangladesh, señaló la contaminación por metales pesados, indicando riesgos ecológicos considerables, especialmente relacionados con el cadmio. En el caso de tu estudio, la contaminación microbiológica podría considerarse un riesgo para la salud y el ecosistema acuático.

Asimismo, se asocia con lo reportado por Azaña (22) quien evidenció la presencia de coliformes totales y fecales muestran porcentajes notables, siendo los coliformes fecales los más predominantes, con un promedio mensual del 39% entre los puntos de monitoreo 1 y 2. Esta alta presencia de coliformes fecales está directamente vinculada a la actividad piscícola masiva característica de la piscigranja Azaña.

Teóricamente, también se relaciona con lo señalado por Ma y otros (13) en Guangzhou, China, sobre la contaminación por microplásticos en estanques de acuicultura resalta la preocupación global sobre la presencia de microplásticos. Aunque tu estudio no aborda directamente los microplásticos, ambos resaltan la necesidad de evaluar y controlar los contaminantes emergentes en la acuicultura. Además, en lo que respecta al cultivo intensivo de truchas en el río Chía (14), cuyos resultados sugieren una calidad de agua de regular a buena. Este contraste puede proporcionar un contexto valioso al comparar prácticas de gestión y sus impactos en diferentes regiones.

Por otro lado, Reyes resalta la importancia de la calidad de agua sobre la carne de trucha, ya que permite la mejora de características físicas y organolépticas, lo cual es relevante, dado que considera múltiples aspectos de la acuicultura, entre estos el aspecto microbiológico. Finalmente, el estudio en la laguna Choclococha, Huancavelica (18) sobre el impacto del cultivo intensivo de truchas sobre la calidad del agua, donde se halló concordancia referente a la estabilidad de ciertos parámetros, y se sugiere llevar a cabo investigaciones a largo plazo.

Los hallazgos derivados de este estudio constituyen una base valiosa para la administración sostenible de la piscicultura, así como para poder preservar la calidad de los cuerpos de agua dentro de la región. No obstante, es esencial considerar las variabilidades geográficas y climáticas que pueden influir en los resultados. Además, se identifica la necesidad de investigaciones futuras que aborden aspectos específicos, como la relación entre la actividad piscícola y los coliformes totales en el agua del río.

## CONCLUSIONES

1. Se evidencia que la influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río no es significativa.
2. Concerniente a los parámetros físicos del agua, se evidenció que la turbidez, la temperatura y la conductividad no muestran variaciones significativas entre la entrada y salida de la piscicultura, con valores de p iguales a de p de 0.808, 0.895 y 0.008, respectivamente.
3. Los parámetros químicos del agua revelan que no hay influencias significativas entre el pH a la entrada y salida de la piscicultura ( $p = 0.132$ ) ni en los sólidos totales disueltos ( $p = 0.061$ ). No obstante, se detectaron diferencias notables en los niveles de oxígeno disuelto ( $p = 0.026$ ), los sólidos sedimentables ( $p = 0.014$ ), sólidos totales suspendidos ( $p=0.008$ ) y la DBO5 ( $p = 0.025$ ).
4. En el ámbito microbiológico, se ha establecido que existe una diferencia significativa en los coliformes totales ( $p = 0.025$ ) entre la entrada y salida de la piscicultura. Vinculado a concentraciones elevadas de coliformes totales, lo cual señala la presencia de una posible contaminación microbiológica del río Vinchos, asociada con la actividad de la piscicultura. Esta conclusión destaca la necesidad urgente de medidas de control y gestión para mitigar los riesgos para la salud y el ecosistema acuático.

## RECOMENDACIONES

1. Al Gobierno Regional de Ayacucho, igualmente, implementar programas nacionales en provincias donde la piscicultura desempeña un papel destacado, que permitan el análisis constante de la calidad del agua. Dado que posibilitará conocer los posibles impactos ambientales generados y a partir de eso gestionar una adecuada toma de decisiones que permita asegurar la salubridad de este.
2. A la municipalidad distrital de Vinchos, llevar a cabo análisis regulares de la calidad del agua en el río evaluado, debido al impacto identificado de la piscicultura sobre la calidad del agua en esa área, donde se evidenció variaciones significativas en cuanto a parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Esto permitirá la implementación de medidas preventivas y correctivas, lo cual contribuirá a mantener la sostenibilidad de la actividad piscícola y preservar la salud del ecosistema acuático.
3. Aunque algunos parámetros químicos mostraron estabilidad, se recomienda a la Municipalidad distrital de Vinchos implementar prácticas de gestión que aborden las variaciones significativas identificadas en el oxígeno disuelto, sólidos sedimentables, sólidos totales disueltos y DBO5, dado que permitirá reducir el impacto de la piscicultura en estos aspectos químicos y a mantener un equilibrio saludable en el ecosistema acuático.
4. Se recomienda a la Municipalidad distrital de Vinchos la implementación de medidas de control más estrictas. Dada la presencia de coliformes totales y la posible contaminación microbiológica asociada con la actividad de la piscicultura, y de esta forma, asegurar la salubridad del agua.
5. Finalmente, se recomienda a los dueños de las piscigranjas implementar sistemas de filtración eficientes, esto ya que se observó una influencia de los sólidos totales suspendidos en la calidad del agua del río, asimismo vinculado a esto se sugiere un monitoreo continuo y específico de estos sólidos, junto con programas de capacitación para los responsables de la piscicultura, ayudará a gestionar adecuadamente este parámetro.

## REFERENCIAS

1. **SIEGLOCH, Amanda, GIMA RELVAS, Carlos Henrique y TONIN, Jeferson** Los aportes de la piscicultura como estrategia de generación de ingresos en el municipio de Humaitá – AM.. 1, 2023, Vol. 27.
2. **AYU AMRITA, Nyoman Dwika.** Cultivating fish with the Yumina Bumina system as a solution to increasing community productivity. 1, 2023, Vol. 7, págs. 85-90.
3. **FLOWVY, N. SHINIHA, Mary.** Water quality monitoring and alert system for fish farms using IoT and SMS integration. 7, 2023, Vol. 7.
4. **NUNES, Moises, CRUZ, Kátia y NAVARRO, Rodrigo** Water characterization of Igarapés used in fish farming in Manaus and Iranduba, Amazonas, Brazil. 3, 2023, Vol. 18.
5. **ORGANIZACIÓN PARA LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.** El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. s.l. : La sostenibilidad en acción. Roma, 2020.
6. **PEREIRA, Jéssica, VIVIAN, Juliana, DE AMARAL, Bruno, GOMES, Fabiane y otros.** From collection to discharge: physical, chemical, and biological analyses for fish farm water quality monitoring. 1, 2019, Ecotoxicology, Vol. 28, págs. 13-25.
7. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO].** En América Latina, la piscicultura ha registrado un crecimiento notorio durante las últimas décadas, destacándose países como Chile, Brasil, Ecuador y México como líderes en este ámbito. Según datos de la FAO, en 2018, la producción acuícola en la región. 2022.
8. **SOCIEDAD DE COMERCIO EXTERIOR DEL PERÚ.** EXPORTACIONES DEL SECTOR ACUICULTURA CRECIERON UN 34.7% EN EL PERIODO ENERO-MAYO DE 2021. [En línea] 09 de Julio de 2021. [Citado el: 03 de Mayo de 2024.] [https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-del-sector-acuicultura-crecieron-un-347-en-el-periodo-enero-mayo-de-2021.](https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-del-sector-acuicultura-crecieron-un-347-en-el-periodo-enero-mayo-de-2021)

9. **BURBANO, Gallardo, E.** Influencia de cultivos piscícolas en la calidad del agua y comunidades bacterianas en el sedimento del lago Guamuez. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2018.
10. **RUIZ, I., HALAIHEL, N., BALCÁZAR, J., ORTEGA, C. y otros.** Effect of fish farming on the water quality of rivers in northeast Spain. 3, España : Water Science & Technology, 2009, Vol. 60.
11. **ABINAYA, T., ISHWARYA, J. y MAHESWARI, M.** A Novel Methodology for Monitoring and Controlling of Water Quality in Aquaculture using Internet of Things (IoT). India : International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2019.
12. **MOHAMMAD, Amirul, ISLAM, BIPLOB, Das, SHAMSHAD, Begum, RAHAT, Kamrun y otros.** metal contamination and ecological risk assessment in water and sediments of the Halda river, Bangladesh: A natural fish breeding ground. **Amirul Islam, Mohammad, y otros.** Bangladesh : Elsevier, 2020, Vol. 160.
13. **JINLING , Ma, XIAOJUN, Niu , ZHANG Dongqing, y otros.** High levels of microplastic pollution in aquaculture water of fish ponds in the Pearl River Estuary of Guangzhou, China. Guangzhou : Elsevier, 2020, Vol. 744.
14. **CHANAMÉ, Fernán, BEDRIÑANA, Manuel y BEDRIÑANA, Denisse.** Efecto de la crianza intensiva de truchas sobre la calidad del agua del río Chía en el distrito de Ingenio, Junín - Perú. 1, Junín : Prospectiva Universitaria, 2022, Vol. 12.
15. **ENRÍQUEZ DONAIRES, Amadeo, y otros.** Comprobación de calidad de agua y bioacumulación de contaminantes mineros en tejidos *Oncorhynchus mykiss* en cuencas hidrográficas y piscigranja de Lircay-Huancavelica. S1, Huancavelica : Universidad y Sociedad, 2022, Vol. 14.
16. **REYES FARJE, Jefferson Fitzgerald.** Influencia de la calidad del agua para la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) con fines de mejora de la calidad de carne, distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, 2020. Chachapoyas : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2020.

17. **BAUTISTA TRILLO, César Augusto.** Evaluación del contenido de metales pesados en carne y tejido óseo de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) producidos en el centro poblado de Paccho Molinos, Paucará – Huancavelica. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
18. **TUNQUE HUAMANI, Jhordany Frankovsky Janssen.** Evaluación del efecto en los parámetros físico, químico y microbiológico del agua debido a la producción intensiva de trucha en jaulas flotantes en la laguna Choclococha - Huancavelica 2018. Huancavelica : Universidad Continental, 2022.
19. **PORTOCARRERO, Segundo, ROJAS, Yesica y otros.** Influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas de la región Amazonas. 2, s.l. : Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology, 2023, Vol. 3.
20. **FIGUEROA JADEL, Johana.** Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash - 2018. Ancash : Universidad César Vallejo, 2018.
21. **REYES VARGAS, Ruth Lucelinda.** Biofiltros de empaques orgánicos para reducir nitratos y fosfatos en aguas de piscigranja, Obrajillo provincia de Canta, 2019. Lima : Universidad César Vallejo, 2019.
22. **AZAÑA POVIS, Miriam Janeth.** Incidencia físico – química y microbiológica de la piscigranja Azaña en las aguas del río Puquiragra Vilcabamba – Pasco, 2019. Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2022.
23. **ALCARRAZ ALFARO, Tarcila, y otros.** Impacto de la piscicultura en la calidad fisicoquímica del agua del río Hatunhuaycco - Vinchos. s.l. : Revista de Investigación UNSCH, 2022.
24. **CADILLO ALVARADO, M.** Caracterización del financiamiento y rentabilidad en las micro y pequeñas empresas del comercio, rubro Pisciculturas-Huaraz. Chimbote : Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2021.

- 25. ACUÑA PERÉZ, E. J., CASTRILLÓN MARÍN, V. Y TORO SALAZAR, K. I.** Antecedentes, situación actual y perspectivas de la piscicultura en el departamento de Risaralda. Pereira : Universidad Católica de Pereira, 2022.
- 26. ROJAS CARRILLO, P. M. Y FERNÁNDEZ MÉNDEZ, J. I.** La pesca en aguas continentales. 2006.
- 27. CASTRO MARTÍNEZ, L.M. Y RODRÍGUEZ CARO, E. G.** Relación entre las prácticas de alimentación y su efecto sobre la calidad del agua en estanques de piscicultura. Colombia : Universidad Antonio Nariño, 2022.
- 28. OST LOPES, J. C.** Piscicultura. Brasil : Ministerio de Educación, 2022.
- 29. VIDAL MARTÍNEZ, V.M., M.A. OLVERA NOVOA, V. MORALES, J., et al.** Manual de Buenas Prácticas de Manejo para la Piscicultura en Agua Dulce. [En línea] 2022. [https://www.academia.edu/38201870/Manual\\_de\\_buenas\\_pr%C3%A1cticas\\_pisc%C3%ADcolas](https://www.academia.edu/38201870/Manual_de_buenas_pr%C3%A1cticas_pisc%C3%ADcolas).
- 30. NAVARRO PÉREZ, Álvaro Andrés, PADILLA BEJARANO, José Bestier y PRÍAS BARRAGÁN, Jhon Jairo.** Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial. s.l. : Scientia Et Technica, 2023.
- 31. BORBOR VARGAS, J. A.** Contaminación de los afluentes permanentes del lago Sauce. San Martín : Universidad Nacional de San Martín, 2021.
- 32. PORTOCARRERO VILLEGAS, SEGUNDO MELECIO.** Evaluación de la influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas de la Región Amazonas. Amazonas : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2018.
- 33. MUÑOZ ORÉ, M. J. Y PACO ALARCÓN, C.** Determinación de eutrofización producida por efluentes de estanques de piscicultura por medio del análisis de DBO en la ciudad de Canta. Lima : Universidad Privada del Norte, 2020.
- 34. MINISTERIO DEL AMBIENTE.** Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. [En línea] 2014. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12870/DS-004-2017-MINAM.pdf> .

- 35. VILLAR ARGAIZ, M., LÓPEZ RODRÍGUEZ, M. J. Y MEDINA SÁNCHEZ, E.** Ríos de vida. [En línea]  
[https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/72752/Cuadernillo\\_Rios\\_de\\_Vida.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/72752/Cuadernillo_Rios_de_Vida.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- 36. CERVIGÓN, F.** Peces marinos. Venezuela : Biodiversidad en Venezuela.
- 37. APELLA, M. Y ARAUJO, P. Z.** Microbiología del agua. Conceptos básicos. San Martín : s.n., 2022.
- 38. HOYER, R. W. Y HOTER, B.** ¿Qué es calidad? [En línea] 2001.  
[https://www.academia.edu/download/38262413/Que\\_es\\_calidad.pdf](https://www.academia.edu/download/38262413/Que_es_calidad.pdf).
- 39. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos Y BAPTISTA Lucio, Pilar.** Metodología de la Investigación. México : McGraw - Hill Interamericana, 2018.
- 40. Google maps.** Localización de Hatumpampa - Ayacucho. [En línea] 2022. [Citado el: 20 de julio de 2022.] <https://www.google.com/maps/@-21.3633139,-65.934795,3190m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=ttu>.
- 41. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.** PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES. Lima : s.n., 2016.

**ANEXOS.**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>
<p><b>Problema general.</b> ¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del Río Vinchos en el Distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?</p> <p><b>Problemas específicos.</b> 1. ¿Cuál es la influencia de la actividad de la Piscicultura en los parámetros físicos del agua del Río Vinchos en el Distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?</p>	<p><b>Objetivo general.</b> Determinar la influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b> 1. Determinar la influencia de la actividad de la Piscicultura en los parámetros físicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis general.</b> Existe influencia de la actividad de la piscicultura en la calidad del agua del Río Vinchos en el Distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p> <p><b>Hipótesis específicas.</b> 1. Existe influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros físicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p>	<p>➤ <b>Variable Dependiente</b></p> <p>• <b>Actividad de la piscicultura</b></p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/ semana</li> <li>• # individuos/ semana</li> </ul> <p>➤ <b>Variable Independiente</b></p> <p>• <b>Calidad del agua</b></p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>➤ Parámetros físicos</p> <p><b>Indicadores:</b></p>	<p><b>Tipo de Investigación.</b>  Aplicada con enfoque cuantitativo y alcance explicativo de tipo causa y efecto.</p> <p><b>Diseño de Investigación.</b>  Diseño Pre Experimental de Corte transeccional, Tipo Pretest y Postest con un solo grupo y sin grupo control</p>	<p>➤ <b>Población.</b> ➤ Está constituida por el río Vinchos</p> <p>➤ <b>Muestra.</b> ➤ La muestra estará constituida por las aguas del río Vinchos que entran y salen de la piscigranja.</p> <p>➤ <b>Técnicas:</b></p>

<p>2. ¿Cuál es la influencia de la actividad de la Piscicultura en los parámetros químicos del agua del Río Vinchos en el Distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?</p> <p>3. ¿Cuál es la influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros microbiológicos (coliformes totales) del agua del Río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021?</p>	<p>2. Determinar la influencia de la actividad de la Piscicultura en los parámetros químicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p> <p>3. Determinar la influencia de la actividad de la Piscicultura en los parámetros microbiológicos (coliformes totales) del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p>	<p>2. Existe influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros químicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021, es significativa.</p> <p>3. Existe influencia de la actividad de la piscicultura en los parámetros microbiológicos del agua del río Vinchos en el distrito de Vinchos – Ayacucho, 2021.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTU</li> <li>• °C</li> <li>• uS/Cm<sup>2</sup></li> </ul> <p>➤ Parámetros químicos</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L Mg/L</li> <li>• Unidad de pH</li> <li>• Mg/L</li> </ul> <p>➤ Parámetros Microbiológicos.</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NMP/100 ml</li> </ul>		<p>➤ Observación.</p> <p>➤ <b>Instrumentos:</b></p> <p>➤ Guía de análisis documental.</p> <p>➤ Cuaderno de campo</p> <p>➤ Informe de laboratorio.</p>
---	---	--	---	--	---

## ANEXO 02. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
V.D Actividad de la piscicultura	Se refiere al cultivo de peces mediante diferentes métodos y procedimientos que promueven y controlan la reproducción de estas, en peceras, estanques, ríos y otros lugares donde el agua es el entorno principal.	Cultivo de Truchas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de alimentación.</li> <li>• Producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/semana</li> <li>• # individuos/ Semana</li> </ul>	cuantitativa
V.I Calidad del agua	Se refiere a las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua, que serán usadas como estándares con respecto a los cuales se puede evaluar el estado en el que se encuentra el agua.	Parámetros Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> <li>• Temperatura (in situ)</li> <li>• Conductividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTU</li> <li>• °C</li> <li>• uS/Cm<sup>2</sup></li> </ul>	cuantitativa
		Parámetros químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxígeno disuelto</li> <li>• Sólidos Totales Suspendidos</li> <li>• Sólidos Sedimentables</li> <li>• DBO 5</li> <li>• pH</li> <li>• Sólidos Totales Disueltos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L</li> <li>• Mg/L Mg/L</li> <li>• Unidad de PH</li> <li>• Mg/L</li> </ul>	cuantitativa
		Parámetros microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coliformes totales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NMP/100 ml</li> </ul>	cuantitativa

### ANEXO 03. DATOS OBTENIDOS

PARAMETRO	UNIDAD	Fecha de muestreo: 26/11/2021		Fecha de muestreo: 06/12/2021		Fecha de muestreo: 13/12/2021		Fecha de muestreo: 19/12/2021		Fecha de muestreo: 26/12/2021		Fecha de muestreo: 31/12/2021	
		ESTACIONES DE MUESTREO		ESTACIONES DE MUESTREO		ESTACIONES DE MUESTREO		ESTACIONES DE MUESTREO		ESTACIONES DE MUESTREO		ESTACIONES DE MUESTREO	
		ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA	ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA	ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA	ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA	ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA	ENTRADA A LA GRANJA	SALIDA A LA GRANJA
Hora de Muestreo	a. m, p.m	01:05	01:25	12:15 p. m.	12:42 p. m.	12:30pm	12:55pm	1:10 p. m.	1:40 p.m	12:40 p.m	1:10 p.m	01:30 p.m	01:50 p.m
Turbidez	NTU	185	142	38.1	50.2	11.7	19.3	6.29	9.78	8.3	9.53	28.5	34.3
PH	Unidad de PH	7.87	8.03	8.2	8.15	7.68	7.87	8.13	8.10	7.8	8.1	7.8	8.6
Temperatura (in situ)	°C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Conductividad	uS/Cm2	407	410	212	211	418	364	397	386	415	373	286	374
Sólidos Totales Disueltos	Mg/L	196.1	197.3	101.3	100.8	201	174.7	176.6	160	191.6	186.3	201.8	185.3
Oxígeno disuelto	Mg/L	6.76	6.57	7.11	6.97	6.61	6.17	6.75	6.72	6.23	6.12	7.13	6.97
Sólidos Totales Suspendidos	Mg/L	0.7	0.002	0.5	0.002	0.2	0.002	0.079	0.002	0.4	0.002	0.6	0.002
Sólidos Sedimentables	Mg/L	0.3	<0.1	0.6	<0.1	0.3	<0.1	0.1	<0.1	0.5	<0.1	0.4	<0.1
DBO 5	Mg/L	2	4	1	4	0	1	0	0	0	1	1	2
Coliformes Totales	UFC/100ml	30	80	50	90	10	30	5	8	10	20	30	50

## ANEXO 04. ANÁLISIS DE LABORATORIO



**SEDA AYACUCHO**  
*Renovándose para servir mejor*

Servicio de Agua Potable y  
Alcantarillado de Ayacucho S.A.  
RUC. 20143079075

### LABORATORIO DE ENSAYO:

Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata - Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 013 LCC-2021

SOLICITANTE: ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO

TIPO DE MUESTRA: Agua Superficial

FUENTE: SALIDA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"

LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Distrito Vinchos - Huamanga - Ayacucho

PROYECTO/FINALIDAD: ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

FECHA DE MUESTREO: 19/12/2021

MUESTREADOR: El solicitante

FECHA DE ANÁLISIS: DEL 19/12/2021 AL 21/12/2021

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	9.78	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	8.10	6,5 – 8,5
TEMPERATURA	°C	20.1	^3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	386	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	186.3	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	44	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.72	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	106.9	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	0.002	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 0.1	No Aplica
DBO 5	mg/L	0	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	8	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES.

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO

Ing. Jimmy Quispe León  
JEFE (D) DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 012 ICC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** ENTRADA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 19/12/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 19/12/2021 AL 21/12/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	6.29	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	8.13	6,5 – 8,5
TEMPERATURA	°C	20.3	^3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	397	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	191.6	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	56	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.75	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	107.5	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	0.079	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.1	No Aplica
DBO 5	mg/L	0	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	5	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES.

  
SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quispe León  
JEFE (H) DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 011 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** SALIDA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 13/12/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 13/12/2021 AL 14/12/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	19.3	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	7.87	6,5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	17.1	Δ3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	364	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L.	174.7	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L.	44	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L.	6.17	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L.	89.6	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L.	0.002	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L.	< 0.1	No Aplica
DBO 5	mg/L.	1	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	30	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES

SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quispe León  
JEFE (H) DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 010 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** ENTRADA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos - Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN

**FECHA DE MUESTREO:** 13/12/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 13/12/2021 AL 14/12/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	11.7	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	7.68	6,5 - 8,5
TEMPERATURA	°C	17.2	A3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	418	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	201	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	50	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.61	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	97.2	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	0.2	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.3	No Aplica
DBO 5	mg/L	0	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	10	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES

SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quipe León  
JEFE (M) DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 009 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** SALIDA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 06/12/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 06/12/2021 AL 07/12/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	50.2	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	8.15	6,5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	18.2	Λ3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	211	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	100.8	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.1	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	32	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.97	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	150.3	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	0.002	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	< 0.1	No Aplica
DBO 5	mg/L	4	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	90	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quispe León  
JEFE IN DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 068 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** ENTRADA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 06/12/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 09/12/2021 AL 07/12/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	38.1	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	8.2	6,5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	18.1	^3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	212	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	101.3	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.1	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	38	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	7.11	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	107.4	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L	0.5	No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.6	No Aplica
DBO 5	mg/L	1	15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	50	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES

Ing. Jimmy Quipe León  
JEFE DEL DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**

Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata – Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 007 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO

**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial

**FUENTE:** SALIDA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"

**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho

**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 26/11/2021

**MUESTREADOR:** El solicitante

**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 26/11/2021 AL 27/11/2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	142	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	8.03	6,5 – 8.5
TEMPERATURA	°C	16.3	Λ3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm.	410	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	197.3	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0.2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	28	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6.57	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	95.3	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L		No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L		No Aplica
DBO 5	mg/L		15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	370	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quispe León  
JEFE (H) DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



**LABORATORIO DE ENSAYO:**  
Departamento De Control de Calidad - Planta de Tratamiento de Agua Potable Quicapata -  
Ayacucho. (SEDA AYACUCHO S.A.)

INFORME DE ENSAYO N° 006 LCC-2021

**SOLICITANTE:** ISOLIDA DANITZA SALVATIERRA CUETO  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua Superficial  
**FUENTE:** ENTRADA A PISCIGRANJA "HATUMPAMPA"  
**LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Distrito Vinchos – Huamanga - Ayacucho  
**PROYECTO/FINALIDAD:** ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

**FECHA DE MUESTREO:** 26/11/2021  
**MUESTREADOR:** El solicitante  
**FECHA DE ANÁLISIS:** DEL 26/11/2021 AL 27/11/2021

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO	VALORES GUÍA*
<b>FÍSICO QUÍMICO</b>			
TURBIDEZ	UNT	185	No Aplica
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Unidad de pH	7.87	6,5 – 8,5
TEMPERATURA	°C	16,5	≤3
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	407	2500
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	196,1	No Aplica
SALINIDAD (SALES SOLUBLES)	%	0,2	No Aplica
ALCALINIDAD	mg/L	32	No Aplica
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6,76	≥ 4
% SATURACIÓN	mg/L	98,4	
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/L		No Aplica
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L		No Aplica
DBO 5	mg/L		15
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	100	1000

\* DS N°004-2017-MINAM-D1-RIEGO DE VEGETALES.

  
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO  
Ing. Jimmy Quispe León  
DPO 101 DPO 101 DPO 101 DPO 101

## ANEXO 05. PRUEBA DE NORMALIDAD

### Prueba de hipótesis

Se empleó la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk, debido a que la muestra consta de menos de 50 observaciones de los indicadores de la actividad de la Psi.

Hipótesis nula (H0): Los datos exhiben una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H1): Los datos no presentan una distribución normal.

**Tabla 14.** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Turbidez	0,652	6	0,002
Turbidez	0,753	6	0,022
PH	0,889	6	0,311
PH	0,844	6	0,14
Temperatura (in situ)	-	6	-
Temperatura (in situ)	-	6	-
Conductividad	0,772	6	0,032
Conductividad	0,707	6	0,007
Sólidos Totales Disueltos	0,689	6	0,005
Sólidos Totales Disueltos	0,81	6	0,072
Oxígeno disuelto	0,921	6	0,512
Oxígeno disuelto	0,875	6	0,245
Sólidos Totales Suspendidos	0,96	6	0,822
Sólidos Totales Suspendidos	-	6	-
Sólidos Sedimentables	0,974	6	0,918
Sólidos Sedimentables	-	6	-
DBO 5	0,822	6	0,091
DBO 5	0,876	6	0,252
Coliformes Totales	0,886	6	0,3
Coliformes Totales	0,928	6	0,564

**Nota.** Datos extraídos del análisis físico – químico y microbiológico.

## ANEXO 06. REPORTE FOTOGRÁFICO

Vistas de las piscigranjas



Medición de temperatura



Captaciones de agua de río Vinchos



Muestras de agua de río Vinchos



Salida de agua de piscigranja a río Vinchos

