



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (*Fragaria x Ananassa Duch.*), Arequipa  
2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Alvarez Castillo, Christian Jhoel ([orcid.org/0000-0002-9943-8939](https://orcid.org/0000-0002-9943-8939))

Pacheco Flores, Katherine Yoes ([orcid.org/0000-0001-7596-6123](https://orcid.org/0000-0001-7596-6123))

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL

UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

### **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicado a mi familia y enamorada por brindarme cada día su amor ,consejos y apoyo incondicional en todo momento . También por enseñarme la filosofía de vida de perseverar ante cualquier obstáculo y no detenerme hasta lograr el objetivo anhelado.

**Christian Alvarez C.**

### **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicado a mi familia por brindarme cada día su amor, consejos y apoyo incondicional en todo momento, en especial a mi madre por haber formado una persona de bien, motivándome a cumplir cada una de mis metas y no rendirme ante cualquier obstáculo.

**Katherine Pacheco F.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por iluminarme en cada proyecto en mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y carrera profesional.

A mi enamorada por su apoyo en esta etapa profesional.

A mis abuelos por ser la motivación constante de no rendirse y seguir en busca de los sueños.

A mi asesor que nos ha guiado y brindado las herramientas para el desarrollo de mi tesis e impartirme sus conocimientos.

**Alvarez Castillo Christian Jhoel**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera profesional.

A mis abuelos por ser la motivación constante de no rendirse y seguir en busca de los sueños.

A mi asesor que nos ha guiado y brindado las herramientas para el desarrollo de mi tesis e impartirme sus conocimientos.

**Pacheco Flores Katherine Yoes**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, YIMI TOM LOZANO SULCA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.), Arequipa 2023.", cuyos autores son PACHECO FLORES KATHERINE YOES, ALVAREZ CASTILLO CHRISTIAN JHOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 04 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
YIMI TOM LOZANO SULCA DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 04- 12-2023 17:56:47

Código documento Trilce: TRI - 0681784





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, PACHECO FLORES KATHERINE YOES, ALVAREZ CASTILLO CHRISTIAN JHOEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.), Arequipa 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CHRISTIAN JHOEL ALVAREZ CASTILLO DNI: 71322281 ORCID: 0000-0002-9943-8939	Firmado electrónicamente por: CHALVAREZCA el 04-12-2023 23:41:44
KATHERINE YOES PACHECO FLORES DNI: 72493089 ORCID: 0000-0001-7596-8123	Firmado electrónicamente por: KAPACHECOFL el 04-12-2023 23:45:24

Código documento Trilce: TRI - 0681785

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de autenticidad del autor.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	15
4.1. Recursos y Presupuesto.....	15
4.2. Financiamiento.....	15
4.3. Cronograma de ejecución.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIONES.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Presupuesto del proyecto de investigación .....	15
<b>Tabla 2.</b> Financiamiento para ejecución del proyecto.....	16
<b>Tabla 3.</b> Cronograma de actividades del proyecto de investigación.....	16
<b>Tabla 4.</b> Resultados de la calidad de agua del efluente de piscicultura.....	18
<b>Tabla 5.</b> Comparación de valores de la calidad de agua del efluente de piscicultura y los necesarios para el sistema hidropónico.....	19
<b>Tabla 6.</b> Resultados de la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura.....	20
<b>Tabla 7.</b> Comparativa de los valores obtenidos de la calidad de agua del efluente de piscicultura y de la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura.....	21
<b>Tabla 8.</b> Resultado del Análisis Estadístico (T de Student).....	26
<b>Tabla 9.</b> Resultado de peso y tiempo de producción de fresas .....	27

## Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del distrito donde se ubica la piscicultura.....	12
Figura 2 Modelo del sistema hidropónico.....	13
Figura 3 Grupo Control.....	14
Figura 4 Grupo Experimental.....	14

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto del vertido de efluentes de piscicultura en la calidad del agua de un sistema hidropónico de fresas (*Fragaria x Ananassa Duch.*) en el distrito de Chiguata. Se establecieron dos grupos de sistemas hidropónicos, cada uno con 30 plantones: uno recibió los efluentes de piscicultura y el otro como grupo control. El estudio se basó en un diseño experimental puro de investigación aplicada. Los resultados de los análisis químicos y fisicoquímicos indicaron que el sistema con efluentes de piscicultura presentó un pH de 6.37, conductividad de 1268.00 us/cm, DBO de 3.0 mg/l, temperatura de 24.1 °C, DQO de 9.2 mg/l, fósforo total de 1.549 mg/l y nitrógeno total de 0.566 mg/l. Mientras que el efluente de piscicultura tuvo un pH de 7.58, conductividad de 1207.00 us/cm, DBO de 3.1 mg/l, temperatura de 15.4 °C, DQO de 9.2 mg/l, fósforo total de 0.098 mg/l y nitrógeno total de 1.511 mg/l. En cuanto al peso ambos rondaron entre 7 a 14 gr y el tiempo de producción en el grupo experimental fue de 32 días y el grupo control de 34 días. Concluyendo que el efluente de piscicultura tuvo un impacto positivo significativo.

Palabras clave: Fresa (*Fragaria x Ananassa Duch.*), Trucha arcoíris (*Oncorhynchus Mykiss*), sistema hidropónico.

## ABSTRACT

This research work aimed to evaluate the impact of fish farming effluent discharge on the water quality of a strawberry (*Fragaria x Ananassa Duch.*) hydroponic system in the district of Chiguata. Two groups of hydroponic systems were established, each with 30 seedlings: one received the fish farming effluents and the other as a control group. The study was based on a pure applied research experimental design. The results of the chemical and physicochemical analyzes indicated that the system with fish farming effluents presented a pH of 6.37, conductivity of 1268.00 us/cm, BOD of 3.0 mg/l, temperature of 24.1 °C, COD of 9.2 mg/l, total phosphorus of 1.549 mg/l and total nitrogen of 0.566 mg/l. While the fish farming effluent had a pH of 7.58, conductivity of 1207.00 us/cm, BOD of 3.1 mg/l, temperature of 15.4 °C, COD of 9.2 mg/l, total phosphorus of 0.098 mg/l and total nitrogen of 1,511 mg. /l. Regarding the weight, both were between 7 and 14 gr and the production time in the experimental group was 32 days and the control group 34 days. Concluding that the fish farming effluent had a significant positive impact.

Keywords: Strawberry (*Fragaria x Ananassa Duch.*), Rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*), hydroponic system.

## I. INTRODUCCIÓN

Obirikorang, Sekey, Apraku, Ashiagbor y Winston (2021, p. 90) sostienen que el crecimiento en la necesidad de recursos hídricos, la poca accesibilidad de agua en la tierra y las preocupaciones sobre la seguridad alimentaria han alentado el desarrollo de muchas innovadoras y complejas técnicas de producción de alimentos.

(Sánchez, 2019) en los últimos años, ha habido un progreso significativo en el campo de la tecnología conforme el tiempo transcurre, hoy en día la contaminación y otros factores afectan el medio ambiente. Debido a todos estos cambios que se vienen dando se están generando tecnologías renovables con la finalidad que estas nos permiten reducir, reutilizar y reciclar, para contrarrestar todo efecto adverso al planeta.

(FAO, 2022) los ecosistemas y su degradación, la crisis climática y el crecimiento del daño de biodiversidad están perjudicando empleos de la población, el medio ambiente y la alimentación en el mundo. Hoy en día, con una cantidad de más de 800 millones de personas son afectados por el hambre y aproximadamente más de 3 000 millones no cuentan con una dieta saludable. Debido a ello ha generado un aumento en la exhortación a transformar con mucha importancia los sistemas agroalimentarios que ayudarán a respaldar y mejorar la nutrición; resguardando al mismo tiempo la vida y nuestros recursos naturales.

MINAM (2021, p.5) la trucha arco iris se introdujo en Perú hace más de 90 años se realizó una iniciativa para mejorar el suministro de alimentos y las oportunidades de desarrollo económico de la población local. La trucha arcoíris actualmente forma parte de la dieta de una gran parte de los peruanos, especialmente en la región andina. Esta especie se adapta primordialmente a los ríos y lagos andinos de gran altitud y tiene múltiples impactos en el medio acuático, específicamente en los peces propios de la zona, sin embargo, a consecuencia de la acuicultura, se ha convertido en un recurso importante en muchos sectores de nuestro país, ya que no solo es una parte importante de la alimentación de muchas comunidades andinas, sino también una fuente de ingresos, las actividades acuícolas, el cultivo

en estanques en lagos y granjas flotantes y la pesca en aguas naturales son los principales usos de este recurso.

(Logar, 2013) es por ello que, se ha actuado en el desarrollo de modernos sistemas que faciliten a solventar esos problemas. Uno de los más específicos es el sistema hidropónico, Que nos brinda una opción sostenible para producir alimentos, que se adapta a áreas que padecen de contaminación, carencia de agua sino también en lugares domésticos.

En Arequipa, específicamente en el distrito de Chiguata existen pisciculturas las cuales sus efluentes desembocan directamente en cuerpos de agua o son utilizadas para riego de cultivos, al tener estos efluentes una gran carga orgánica, pueden tener impactos negativos si son descargados en cuerpos de agua ya que podría producir un alza en la presencia de nutrientes presentes en los cuerpos de agua y generar el sobrecrecimiento de especies que no son propias del lugar poniendo en peligro la flora y fauna por medio del consumo de oxígeno mediante la eutrofización.

Es por ello que debido a esta problemática generada por los efluentes de piscicultura se evaluara la calidad del agua del efluente de piscicultura originados por la producción intensiva de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus Mykiss* comúnmente llamado trucha arcoíris, que se generaron en pozos de geomembrana con distintas trayectorias de producción en la Piscigranja de Acuicultura “La Laguna” en el distrito de Chiguata, y luego serán introducidos en un sistema hidropónico de fresas para analizar el impacto de los efluentes de piscicultura que generen dentro de éste.

En cuanto a nuestra formulación del problema se ha considerado como problema general: ¿Cuál es el impacto de los efluentes de piscicultura de la especie *Oncorhynchus Mykiss* en un sistema hidropónico de producción de fresas (*Fragaria x Ananassa Duch.*)?, como problemas específicos se consideró: ¿Cómo será la calidad de agua del efluente de piscicultura?, ¿Como será el desarrollo de las fresas en el sistema hidropónico con efluentes de piscicultura y en el sistema hidropónico convencional?, ¿Cómo será la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura?.

Se plantearon las justificaciones de investigación entre ellas tenemos la justificación teórica, que es la de dar a conocer a los piscicultores una de las formas para aprovechar sus efluentes y salvaguardar los recursos naturales en este caso el recurso hídrico mediante sistemas sostenibles como es el de la hidroponía. En cuanto a nuestra justificación práctica se busca exponer propuestas sostenibles para la conservación del medio ambiente, desarrollando sistemas de conservación de un recurso natural aprovechando los efluentes de piscicultura en un sistema hidropónico y por último nuestra justificación ambiental que busca el aprovechamiento de efluentes de piscicultura con el sistema hidropónico para la reducción de la carga orgánica generados por la piscicultura y que son descargados en los cuerpos de agua.

En este sentido para nuestro objetivo general se ha planteado evaluar el impacto producido por el vertido del efluente de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de producción de fresas. Como objetivos específicos se ha planteado analizar la calidad del agua del efluente de piscicultura, evaluar el desarrollo de las fresas utilizando el efluente de piscicultura y del sistema convencional y evaluar la calidad del agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura.

Para nuestra hipótesis general se ha planteado que el vertido del efluente de piscicultura tiene un impacto significativo en la calidad de agua de un sistema hidropónico de producción de fresas. En nuestras hipótesis específicas se ha considerado las siguientes: la calidad del agua del efluente de piscicultura tendrá los nutrientes primordiales para el sistema hidropónico de fresas; el uso del efluente de piscicultura en el sistema hidropónico de producción de fresas tiene un mejor efecto positivo en el desarrollo y crecimiento de las plantas a comparación del sistema hidropónico convencional; el sistema hidropónico que utiliza efluentes de piscicultura presenta una mejor calidad del agua en términos de parámetros como, conductividad, DBO, pH, temperatura, DQO, fósforo, nitrógeno, Coliformes Fecales en comparación con los efluentes de piscicultura.

## II. MARCO TEÓRICO

La sección de antecedentes es esencial para establecer el contexto histórico y teórico para comprender la pregunta de investigación y su relevancia. Al revisar el contexto, se pueden identificar las brechas en el conocimiento y se pueden ofrecer soluciones innovadoras para desarrollarse en el ámbito de la investigación en cuanto a la piscicultura y sistemas hidropónicos.

García y Pérez (2019) en su investigación nos habla sobre la acuaponía en la cual el sistema se fundamenta en la integración de nuevos métodos de producción de vegetales mediante la hidroponía; así como también animales acuáticos como la piscicultura. Las ya mencionadas se encuentran en busca de alternativas sostenibles para contrarrestar el problema más grande de escases ya sea de alimentos como también de recursos naturales como objetivo tiene examinar los estudios científicos relacionados con la acuaponía, en su metodología menciona la recirculación del agua de piscicultura en el sistema hidropónico, los resultados obtenidos en la producción sostenible tanto agrícola como acuícola, se busca mejorar la eficiencia del uso del agua y reducir el impacto ambiental. Esto conlleva a una disminución de los costos de producción al aprovechar de manera eficiente los recursos, lo que a su vez aumenta la rentabilidad económica. Esto se logra aplicando los principios del reciclaje del agua y la utilización de nutrientes. En este enfoque, los nutrientes excretados por los animales acuáticos se aprovechan para el cultivo de plantas. Esta investigación respalda la idea de que el agua de una piscigranja puede ser viable para su uso en un sistema hidropónico. Por su parte Alcarraz et al. (2018, p. 1) en este trabajo se evaluó el rendimiento, la concentración de nitratos, las propiedades microbiológicas y funcionales de lechuga (*Lactuca sativa L.*) cultivada tanto en sistemas de producción acuapónico (trucha arcoíris) como hidropónicos (utilizando la solución Hoagland II-modificada), Al final de este período (21 días), se obtuvo lechuga con una medida de 8 a 12 cm, el rendimiento de masa fresca de la lechuga hidropónica fue un 6,73 % superior al de la lechuga hidropónica, por otro lado, la concentración de nitratos fue menor en la lechuga acuapónica que en la lechuga hidropónica, no hubo diferencias significativas en la calidad microbiológica y funcional de las lechugas cultivadas en ambos sistemas

los resultados muestran que el sistema acuapónico tiene buenos rendimientos, menor concentración de nitratos, características microbiológicas y funcionales similares en comparación con el sistema hidropónico, concluyéndose que el uso de los efluentes de la piscicultura si son un alternativa viable y sostenible para la producción de la lechuga.

Quico (2021) en su tesis de maestría tiene como finalidad determinar los riesgos e impactos de un sistema de piscicultura en la parte superior del conocido río Chili ubicado en el departamento de Arequipa. Una vez que realizaron el análisis y aplicaron la metodología mediante la valorización de los impactos del sistema de piscicultura, lograron identificar alrededor de 32 impactos ambientales, entre ellos 16 corresponden a impactos negativos y la otra mitad a impactos ambientales positivos, los cuales están involucrados en la disminución de la calidad de agua, así como también la acumulación de residuos sólidos, de los mencionados ninguno alcanzo la valorización de impacto ambiental significativo, mediante esta investigación nos ayudara a identificar los impactos que el sistema de piscicultura genera sin ningún tipo de tratamiento previo a ser vertidas a algún cuerpo de agua natural.

Duarte, Silva, Moreira, Braga, dos Santos (2023) en su artículo menciona que las aguas residuales de la piscicultura no son suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta, el objetivo principal de este estudio es investigar cómo ajustar la solución nutritiva de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) a base de hidroponía, los tratamientos incluyeron seis cultivos de lechuga diferentes en un sistema hidropónico que sirvieron como controles, se utilizaron tres bloques para cada tratamiento para cuantificar parámetros como diámetro de bulbo, número de hojas y peso seco de hojas, brotes, raíces y peso seco total, concentración de nutrientes y acumulación de peso seco total como resultado de menores aportes de nutrientes, los cultivos de hoja C2 tuvieron la masa seca total más baja en comparación con otros cultivos acuapónicos que tuvieron tiempo suficiente para que el sistema madurara en los sistemas acuapónicos, el N y el Fe son los macronutrientes y micronutrientes más limitantes, respectivamente. Para producir lechuga en un sistema acuapónico, el cultivo debe "madurarse" en

agua durante al menos 30 días y complementarse con oligoelementos en forma de fertilizantes minerales, esta investigación nos ayudara a tomar en cuenta los indicadores en nuestra variable dependiente.

En el artículo científico de Hernández y Cervantes (2016) se describe un estudio llevado a cabo en un sistema acuapónico que utiliza tinas recirculantes para cultivar una variedad de hortalizas. El enfoque principal de esta investigación se basó en la reutilización de los desechos ricos en nitrógeno generados en el sistema. El propósito fundamental era optimizar el uso de los efluentes para mejorar la calidad de los cultivos. En particular, se priorizó el aprovechamiento de los desechos producidos por *Oreochromis niloticus*, conocidos como Tilapia, como una alternativa a los agroquímicos tradicionalmente empleados en la agricultura. Esto tenía como objetivo principal facilitar la producción de cultivos de alta calidad, destinados al consumo humano, con un rendimiento superior.

Silvestre, Sperandio de Azevedo, Farias, de Lima Sales (2016) las aguas residuales de piscicultura dándoles un uso debido viene a ser una alternativa rentable debido a que este contribuye con el desarrollo sostenible y la reutilización de Nutrientes. Este ensayo tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de las plantas de pimiento, con diferentes efluentes de la Piscicultura. El diseño estadístico fue al azar dando un proceso de 16 repeticiones a las cuales se le administraron diferentes efluentes de Piscicultura o concentraciones de aguas residuales. Dando como resultado que las aguas residuales o los efluentes de Piscicultura generan un impacto positivo en las plantas, así como también es una alternativa de reutilización de este.

Alves, Aparecida, Camilotti, de Freitas (2021, p.190-200) en su artículo nos habla del origen de la acuaponía ya que este va desde la combinación de dos sistemas, los cuales son la hidroponía y la acuicultura. Debido al aumento que existe día a día de la población y su factor primordial que es la ingesta de alimentos, se ha requerido el uso de sistemas eficientes que ayuden a reducir el consumo de agua dando como prioridad la reutilización de está dando un alcance a las personas. El cultivo a realizar fue implementado sin ningún insumo agrícola dando un costo de producción bajo. Cómo objetivo principal tiene el desarrollo sostenible. O una agricultura sostenible. Con la ejecución de estos sistemas Se generarán un sistema socioeconómicamente sustentable y una agricultura sostenible.

En el estudio realizado por Ordoñez, Edson e Idrogo (2018) se planteó como objetivo principal investigar cómo diferentes cantidades de soluciones nutritivas designadas como A y B afectan al cultivo hidropónico de *Hordeum vulgare* (cebada). Para llevar a cabo este estudio, se diseñaron seis tratamientos distintos, además de un grupo de control, T0, que no recibió ninguna de las soluciones (ni A ni B). Los tratamientos variaron en las cantidades de soluciones A y B que se agregaron al agua de riego: T1 (1.00 ml A y 0.50 ml B), T2 (0.50 ml A y 0.125 ml B), T3 (0.75 ml A y 0.25 ml B), T4 (1.25 ml A y 0.75 ml B) y T5 (1.50 ml A y 1.00 ml B). Cada uno de estos tratamientos se replicó seis veces. El análisis incluyó la evaluación química de los resultados y el rendimiento de la germinación. Los resultados demostraron que las diferentes dosis de soluciones nutritivas tuvieron un impacto significativo en todas las variables estudiadas. Como resultado, se concluyó que la combinación de soluciones nutritivas en una dosis de 0.75 ml A y 0.25 ml B es la más adecuada para lograr un mayor rendimiento y un mayor valor nutricional en el cultivo hidropónico de *Hordeum vulgare*.

Aguilar Ramírez, Mayra Yadira (2022) en su tesis habla de la relación que existe entre la hidroponía y los efluentes de la piscicultura dando como resultado la acuaponía. Mediante esto tomara en cuenta el proceso que tomara las transformaciones microbianas las cuales serán utilizadas como principio de nutriente para el desarrollo eficaz de las plantas. El objetivo primordial de la investigación es la evaluación del desarrollo y rendimiento de la plantación de *Cucumis Satuvis* en un sistema hidropónico, mediante la utilización de los efluentes de la especie *Oreochromis niloticus*. Para realizar la investigación en el cultivo de Tilapia adaptaron 4 tratamientos, en los cuales introdujeron diferentes dosis de *Bacillus toyonensis* con distinto peso de alimento, para el cual usaron plantaciones de pepino. Evaluaron diferentes variables tales como el crecimiento en el sistema hidropónico, cosecha y calidad del producto. Dando como resultado un efecto poco significativo en relación al producto, y generando también que *Bacillus toyonensis* ayudaría a reducir en las plantas el estrés y en el producto aumentaría sus vitaminas y antioxidantes.

Aurora Serra Cantí (2018) en el presente trabajo habla de un comparativo de sistemas de diferentes de acuaponía con la especie principal que es la Tilapia y la

lechuga. Para la diferenciación de estos tres sistemas se ha observado el desarrollo de la lechuga; midiendo su peso, altura y número de hojas desde el principio al fin del proyecto. Durante la plantación se evaluará las ventajas y desventajas en la gestión. El proyecto en mención tiene como duración 1 mes y medio. Dando como resultado que en el sistema vertical tiene un mayor rendimiento y producción, así como también en el sistema de Media Bed ha tenido menor afectación en el producto.

Como base teórica tenemos las siguientes definiciones:

**Piscicultura:** Es considerada como la cría de peces, está consiste en la explotación de controlada y rentable económicamente de los recursos hídricos. Tiene como finalidad generar alimento para el ser humano, así como también evitar la sobrepoblación de peces en el medio ambiente. (Agrobanco, 2016)

**Hidroponía:** Es considerado el arte de cultivar una gran variedad de plantas sin la necesidad de hacer uso del suelo agrícola. En estos cultivos sin suelo, es reemplazado un sustrato inerte por un nutriente que es vertido en el riego. (FAO,2011)

**Efluentes:** Son consideradas aquellas aguas que como principal característica es que han sufrido un cambio por actividades humanas, y la calidad de este, necesita un tratamiento anterior, antes de ser reusadas o desembocados a un cuerpo natural. (OEFA,2012)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación aplicada recibe también el nombre de "investigación práctica o empírica" debido a que su principal objetivo es la aplicación inmediata de los conocimientos adquiridos, mientras se generan nuevos conocimientos en el proceso, posterior a la implementación y sistematización de la práctica en base a la investigación (Murillo, 2008). Haciendo referencia a lo mencionado por Murillo el tipo de investigación será aplicada ya que se desarrollará en función de la manipulación de la variable independiente (efluente de piscicultura) y como éste impacta en la variable dependiente (calidad de agua de un sistema hidropónico) analizando los parámetros y nutrientes necesarios para la producción de fresas hidropónicas (*Fragaria x Ananassa Duch.*).

##### 3.1.2 Diseño de la investigación

Según lo señalado por Wiersma y Jurs en 2008, un diseño de investigación experimental puro implica la presencia de una o más variables independientes y una o más variables dependientes. En algunos casos, se pueden utilizar prepruebas y pospruebas para analizar el progreso de los grupos antes y después del tratamiento experimental. Aunque no todos los diseños experimentales "puros" requieren prepruebas, las pospruebas son esenciales para evaluar los efectos de las condiciones en el experimento. Dicho esto, nuestra investigación será con un diseño experimental puro porque se llevará a cabo un pre y post análisis en la calidad del agua para identificar el impacto del efluente de piscicultura en el sistema hidropónico para la producción de fresas, así como la medición de un grupo control.

### 3.2 Variables y Operacionalización:

Variable independiente, tenemos al efluente de piscicultura, y como variable dependiente la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas.

- **Definición Conceptual:** La calidad de agua en un sistema hidropónico debe tener características químicas, aptas como son: los niveles de pH, la conductividad eléctrica, la dureza, el oxígeno disuelto, que consecuentemente tiene impacto en los cultivos (Salas, 2020, p. 57). Los Efluentes de piscicultura son descargas de agua enriquecidos de materia orgánica por la producción de especies acuáticas de consumo humano en ecosistemas artificiales (Pardo, Suárez y Soriano, 2006, p. 20).
- **Definición Operacional:** Se realizará análisis de calidad de agua por medio de un laboratorio acreditado por INACAL, así como se verificará el desarrollo de la fresa mediante unas fichas de control. Los análisis serán antes y después de la manipulación de variable dependiente. Se corroborará la cantidad de nutrientes de este posee mediante un análisis de calidad de agua por un laboratorio acreditado por INACAL.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**3.3.1 Población:** Para nuestra población se considerará 60 plantas de fresa producidas en un sistema hidropónico.

**3.3.2 Muestra:** Para nuestra muestra se considerará las 60 plantas de fresa ya que según Mertens (2010) y Borg y Gall (1989) la cantidad mínima que sugieren para diseños cuantitativos es de 30 casos por grupo o segmento. Por lo que se utilizarán 30 plantas para nuestro grupo experimental y 30 para nuestro grupo control.

**3.3.3: Muestreo:** El tipo de muestreo que se realizará será muestreo simple. Según (López, 2010), es una posibilidad más certera y no nula, en elegir un elemento de una población o muestra.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de Datos:**

Las técnicas de recopilación de datos que se emplearán en esta investigación son las siguientes:

**Observación:** Esta técnica implica el registro sistemático de comportamientos, eventos o fenómenos relacionados con el objeto de estudio. Como lo describe Hernández Sampieri (2010, p. 316), la observación consiste en registrar de manera ordenada y detallada la información relevante. En este caso, se utilizarán fichas técnicas que facilitarán la obtención de datos esenciales para seguir de cerca el desarrollo de las plantas.

Por otro lado, el análisis documental nos ayudará a evaluar la calidad de agua, en la que se realizarán los análisis en laboratorio ya que estos permitirán identificar las propiedades tanto físicas como químicas; y establecer las respectivas diferencias.

Así mismo se emplearon los siguientes instrumentos de recolección de datos:

**Ficha técnica:** Este instrumento nos ayudará a medir y evaluar los 2 sistemas hidropónicos tanto del experimental y del grupo control y se registrará las mediciones de la temperatura y pH. Como se tomará la siguiente investigación: Caro (2014) "Estimación de la huella hídrica de la producción de lechugas "baby" bajo sistema hidropónico."

**Guía de análisis documental:** se realizará muestras al inicio de casa sistema hidropónico y posterior a este, para poder realizar una comparación de valores en los indicadores. Para la validación de las fichas será necesario contar con el juicio de 3 expertos, así como también como las cadenas de custodia que serán brindadas por el laboratorio que realizará los análisis de calidad de agua y estará acreditado por INACAL.

### **3.5 Procedimientos:**

El procedimiento de nuestra investigación se realizó en una secuencia de pasos que son los siguientes:

1. **Primer paso:** Identificación del lugar de donde se extraerá el efluente de piscicultura en este caso será “La Lagunita” ubicado en el distrito de Chiguata – Arequipa.

**REGIÓN:** AREQUIPA

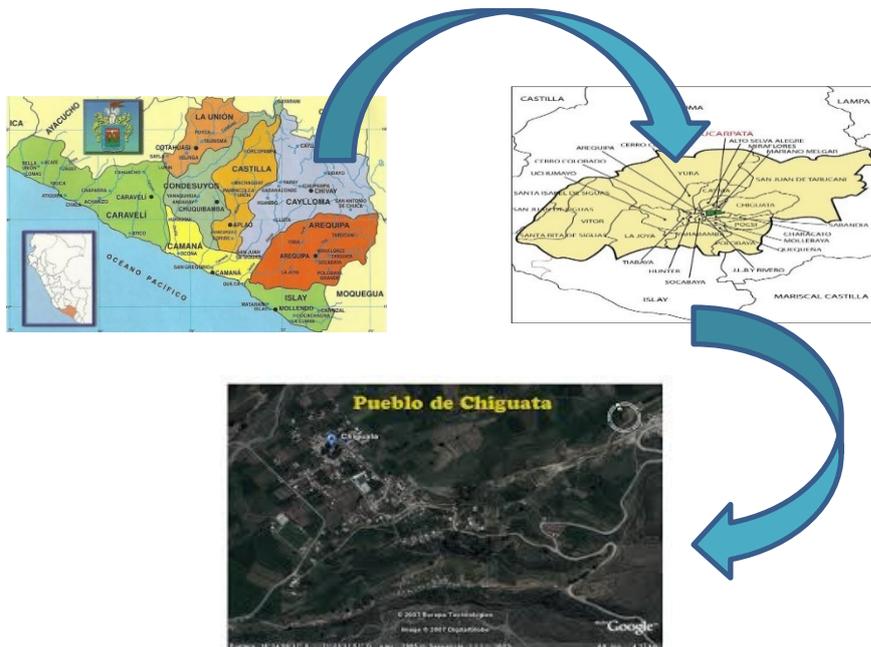
**PROVINCIA:** AREQUIPA

**DISTRITO:** CHIGUATA

*Figura 1*

*Ubicación del distrito donde se ubica la piscicultura*

*Fuente: Google ,2023*



2. Segundo Paso: Se definirá el lugar donde se instalarán los sistemas hidropónicos, en este caso será un invernadero ubicado en el distrito de Chiguata el cual nos brindará con el ambiente adecuado para el desarrollo de nuestra investigación.
3. Tercer paso: Se construirán 2 sistemas hidropónico con la técnica NFT (Nutrient Film Technique) el cual constará de 2 tubos de 4 pulgadas cada uno, los cuales tendrán orificios en la parte superior del tubo, cada orificio tendrá una distancia de 13 cm aproximadamente entre cada uno, además que contará con un sistema de bombeo el cual permitirá la recirculación del agua con los nutrientes y también la oxigenación del sistema.

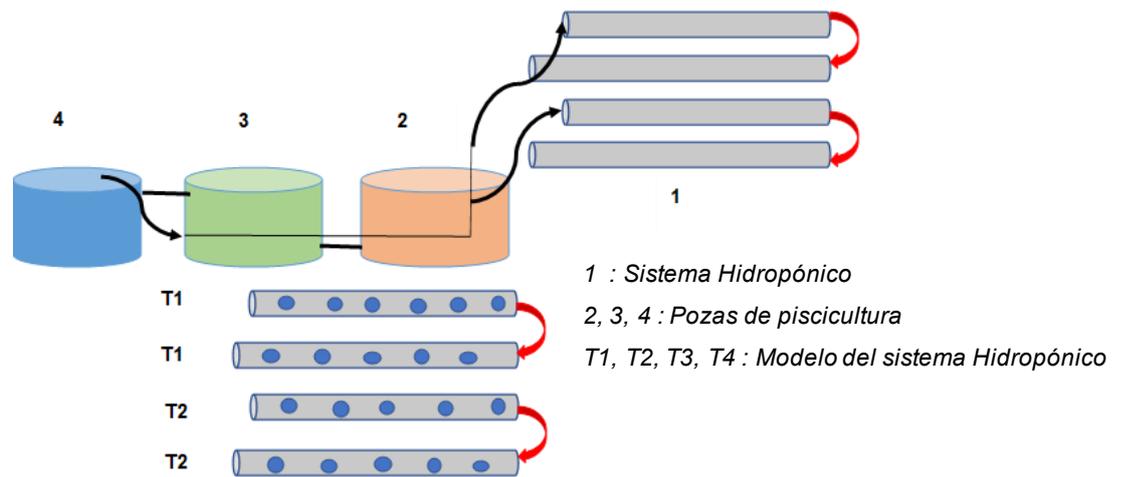


Figura 2: Modelo del sistema hidropónico  
 Fuente: Elaboración propia

4. Cuarto paso: Se realizará la visita a la piscigranja “La Laguna” ubicada en el Distrito de Chiguata, para obtener el efluente de *Oncorhynchus Mykiss* (Trucha Arcoíris) de uno de los pozos el cual será analizado por un laboratorio acreditado por INACAL, una vez analizado se introducirá los efluentes de *Oncorhynchus Mykiss* (Trucha Arcoíris), a uno de los sistemas hidropónicos.
  
5. Quinto Paso: Se realizará el trasplante de 60 plántones de fresa (*Fragaria x Ananassa Duch.*) de 1 año de edad aproximadamente del suelo hacia los sistemas hidropónicos. Ambos sistemas hidropónicos contarán con 30 plantas de fresa cada uno previo a su trasplante se lavarán las raíces cuidadosamente dejándola sin residuos de tierra posterior a eso contaremos con 2 láminas de esponja trozadas de 3x2cm para colocarlos en la parte superior de la raíz sin bordear el tallo de la planta y de pequeños vasos de plástico el cual se colocará en la base del tallo el cual servirá como medio de soporte para las plantas, también para mantener un equilibrio adecuado de humedad alrededor de las raíces, absorbe el exceso de agua y evita que las raíces se saturen.



*Figura 3: Grupo Control*  
*Fuente: Elaboracion propia*



*Figura 4: Grupo Experimental*  
*Fuente: Elaboracion propia*

6. Sexto paso: Se suministrará la solución nutritiva a ambos sistemas hidropónicos, también se realizará la medición de ph, temperatura, así como observación del desarrollo de la planta en ambos sistemas hidropónicos mediante unas fichas que estarán validadas por 3 expertos.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para llevar a cabo el análisis de datos en esta investigación, se emplearán programas informáticos como Microsoft Excel. Esto permitirá un análisis preciso y eficiente de los datos recopilados, contribuyendo al desarrollo exitoso del estudio.

### **3.7 Aspectos éticos**

El presente estudio se llevará a cabo en estricta conformidad con las normas institucionales y regulaciones aplicables a los estudios académicos. Se seguirán todos los protocolos necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de este trabajo. Además, los análisis de calidad de agua serán llevados a cabo por un laboratorio que cuente con la acreditación otorgada por INACAL, asegurando así la confiabilidad y precisión de los resultados.

## IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 4.1 Recursos y presupuesto

Tabla 1  
*Presupuesto del proyecto de investigación.*

	<b>Clasificador de gasto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
2.1.1 1	Recursos humanos				
2.1.1 1		Personal técnico	1	150.00	150.00
2.2.2 4.7	Equipos y bienes duraderos				
2.3.2 7 . 1		Bomba de agua	1	500.00	500.00
2.3.2 7 . 1		Multiparámetro	1	1000.00	1000.00
2.3.1 5. 2	Materiales e Insumos				
2.3.1 5.4 1		Tubos de PVC de 4"	1	80.00	80.00
2.3.1.5.1 2		Planchas de Tecopor	2	10.00	10.00
2.3.1. 5 3		Vasos descartables	50	5.00	5.00
2.3.1.5.2 1		Semillas de fresa	1	10.00	10.00
2.3.1. 5 3		Esponjas	1	30.00	30.00
2.3.1 8		Guantes de nitrilo	100	40.00	40.00
2.3.2 1 . 1	Gastos operativos				
2.3.1 5 3		Refrigerios	40	20.00	800.00
2.3.2 1.2 1		Movilidad	20	7.00	140.00
2.3.2 7 . 8		Análisis de agua	4	400.00	1600.00
				<b>TOTAL</b>	<b>4,365.00</b>

*Fuente: (Elaboración propia adaptada del clasificador de gastos presupuestarios 2023, MEF)*

### 4.2 Financiamiento

El presente trabajo de investigación será Autofinanciado por los investigadores de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2

*Financiamiento para ejecución del proyecto*

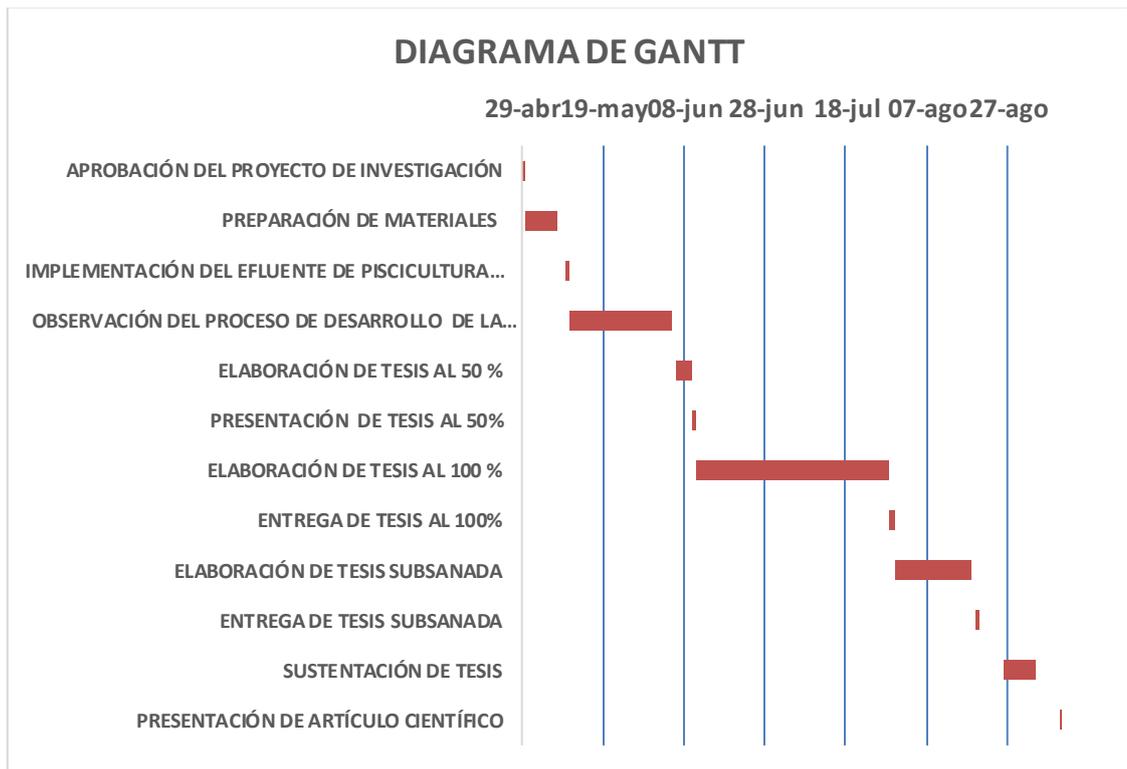
ENTIDAD	MONTO (S/.)	PORCENTAJE (%)
Alvarez Castillo, Christian Jhoel	S/. 2,182.50	50
Pacheco Flores, Katherine Yoes	S/. 2,182.50	50

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

### 4.3 Cronograma de ejecución

Tabla 3

*Cronograma de actividades del proyecto de investigación*



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

## **IV. RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en nuestra investigación que tiene por título “Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (*Fragaria x Ananassa Duch.*), Arequipa 2023”. Se incluyen tablas y gráficos para ilustrar los hallazgos y facilitar su interpretación. Los resultados se organizan en diferentes secciones de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación y se discuten en relación con la hipótesis planteada. Al final del capítulo, se presentan las conclusiones generales en base a los resultados obtenidos.

### **4.1 Calidad de agua de efluentes de piscicultura**

Es importante considerar para la determinación de la calidad del agua de efluentes de piscicultura ciertos parámetros como son los parámetros fisicoquímicos, orgánicos e inorgánicos y microbiológicos para poder conocer las condiciones en las que se encuentran y poder conocer si son las que debería tener para el desarrollo de las fresas en el sistema hidropónico, siendo de mayor importancia el aporte de nutrientes como son el fósforo y nitrógeno, en la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de la calidad de agua del efluente de piscicultura.

**Tabla 4, Resultados de la calidad de agua del efluente de piscicultura**

	<b>Parámetros</b>	<b>Calidad de agua de efluentes de piscicultura</b>	<b>Unidades de medida</b>
Fisicoquímicos	Conductividad (µS/cm)	1207	µS/cm
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	3,1	mg/l
	pH (Unidad de Ph)	7.58	Unidad de pH
	Temperatura (°C)	15,4	C°
	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	9,2	mg/l
Orgánicos e Inorgánicos	Fósforo (mg/L)	0,098	mg/l
	Nitrógeno (mg/L)	1,511	mg/l
Microbiológicos	Coliformes Fecales (Termotolerantes)	1600	mg/l

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 4, se muestran los valores obtenidos por el laboratorio en cuanto al análisis de la calidad del agua del efluente de piscicultura y se puede verificar que sí cuenta con los nutrientes primordiales que son el fósforo en una concentración de 0.098 ppm y el nitrógeno con una concentración de 1.511 ppm.

**Tabla 5, Comparación de valores de la calidad de agua del efluente de piscicultura y los necesarios para el sistema hidropónico.**

<b>Parámetros</b>	<b>Efluente de piscicultura</b>	<b>Necesarios para el sistema hidropónico</b>
<b>Conductividad (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	1207	1.0 - 2.0 dS/m
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)</b>	3,1	5 mg/l
<b>pH (Unidad de Ph)</b>	7,8	5.5-6.5
<b>Temperatura (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	15,4	18-24
<b>Demanda Química de Oxígeno (mg/L)</b>	9,2	<10 mg/L
<b>Fósforo (mg/L)</b>	0,098	15-30 ppm
<b>Nitrógeno (mg/L)</b>	1,511	100-200 ppm

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: La tabla 5, nos muestra la comparación de los valores aptos para el sistema hidropónico y los obtenidos en el efluente de piscicultura, en los cuales se observa que la conductividad, DBO, temperatura y DQO se encuentran aptos mientras que el pH se encuentra fuera del rango, también se observa que la cantidad en la que se encuentra el fósforo y nitrógeno es baja en comparación a la que necesita el sistema hidropónico.

#### 4.2 Calidad de agua de un sistema hidropónico de Fresas (fragaria x ananassa Duch.)

**Tabla 6, Resultados de la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura**

	<b>Parámetros</b>	<b>Calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura</b>	<b>Unidades de medida</b>
Fisicoquímicos	Conductividad (μS/cm)	1268.00	μS/cm
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	3.0	mg/l
	pH (Unidad de Ph)	6.37	Unidad de pH
	Temperatura (°C)	24.1	C°
	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	9.2	mg/l
Orgánicos e Inorgánicos	Fósforo (mg/L)	1.549	mg/l
	Nitrógeno (mg/L)	0.566	mg/l
Microbiológicos	Coliformes Fecales (Termotolerantes)	1600.00	NMP/100mL

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 6 se presentan los resultados de la concentración en las que se encuentran los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, inorgánicos y microbiológicos por lo que podemos evidenciar que los valores de los parámetros fisicoquímicos se encuentran aptos en el sistema hidropónico, en los factores orgánicos e inorgánicos se puede evidenciar un bajo de nivel por lo que indica que las plantas de fresa tuvieron una buena retención de los nutrientes.

**Tabla 7. Comparativa de los valores obtenidos de la calidad de agua del efluente de piscicultura y de la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura.**

<b>Parámetros</b>	<b>Calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura</b>	<b>Calidad de agua del Efluente de piscicultura</b>
Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	1268.00	1207
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	3.0	3,1
pH (Unidad de Ph)	6.37	7.58
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	24.1	15,4
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	9.2	9,2
Fósforo (mg/L)	1.549	0,098
Nitrógeno (mg/L)	0.566	1,511
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP/100mL)	1600.00	1600

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 7 se observan las diferencias entre los valores de la calidad de agua de efluentes de piscicultura y los valores de la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura por lo que obtenemos que los valores de la conductividad, temperatura y fósforo del sistema hidropónico con efluente de piscicultura son mayores al del efluente de piscicultura, en cuanto a los valores de DBO, pH y nitrógeno son menores los del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura y los valores de DQO y coliformes Fecales se mantienen en su mismo valor.

## 4.2.1 Prueba de T de Student

### 4.2.1.1 Conductividad

H1 Existe una diferencia significativa entre la media del nivel de conductividad antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso de él.

H0 NO Existe una diferencia significativa entre la media del nivel de conductividad antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso de él.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.  
p-Valor = 0.916 > alfa = 0.05

Conclusión: Los datos provienen de una distribución normal

T-Student Sig. muestras emparejadas  
P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: De acuerdo al p-valor obtenido se puede concluir que existe una diferencia significativa el nivel de conductividad antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del afluyente de piscicultura.

### 4.2.1.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno

H1: Existe una diferencia significativa entre la media de la demanda bioquímica de oxígeno antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

H0: NO Existe una diferencia significativa entre la media de la demanda bioquímica de oxígeno antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.

P-Valor = 0.010 > alfa = 0.05

El p-valor muestra que los datos provienen de una distribución normal.

T-Student Sig. muestras emparejadas

P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: El p-valor muestra que existe una diferencia significativa entre la media de la demanda bioquímica de oxígeno antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

#### 4.2.1.3 PH

H1: Existe una diferencia significativa entre el PH después de hacer uso del efluente de piscicultura

H0: NO Existe una diferencia significativa entre el PH después de hacer uso del efluente de piscicultura.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.

P-Valor = 0.010 > alfa = 0.05

El p-valor muestra que los datos provienen de una distribución normal.

T-Student Sig. muestras emparejadas

P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: El p-valor muestra que existe una diferencia significativa entre la media dl PH antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

#### 4.2.1.4 Temperatura

H1: Existe una diferencia significativa entre la temperatura después de hacer uso del efluente de piscicultura

H0: NO Existe una diferencia significativa entre la temperatura después de hacer uso del efluente de piscicultura.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.

P-Valor = 0.234 > alfa = 0.05

El p-valor muestra que Los datos provienen de una distribución normal.

T-Student Sig. muestras emparejadas

P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: El p-valor muestra que existe una diferencia significativa entre la Temperatura antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

#### 4.2.1.5 Fósforo Total

H1. Existe una diferencia significativa entre el Fósforo Total después de hacer uso del efluente de piscicultura.

H0: NO Existe una diferencia significativa entre el Fósforo Total después de hacer uso del efluente de piscicultura.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.

P-Valor = 0.146 > alfa = 0.05

El p-valor muestra que Los datos provienen de una distribución normal.

T-Student Sig. muestras emparejadas

P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: El p-valor muestra que existe una diferencia significativa entre la media del Fósforo Total antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura.

#### 4.2.1.6 Nitrógeno Total

H1 Existe una diferencia significativa entre el Nitrógeno Total I después de hacer uso del efluente de piscicultura.

H0: NO Existe una diferencia significativa entre el Nitrógeno Total I después de hacer uso del efluente de piscicultura.

Prueba de Normalidad  
Shapiro Wilks Sig.

P-Valor = 0.146 > alfa = 0.05

El p-valor muestra que Los datos provienen de una distribución normal.

T-Student Sig. muestras emparejadas

P-Valor = 0.001 < alfa = 0.05

Interpretación: El p-valor muestra que existe una diferencia significativa entre la media del Nitrógeno Total antes de hacer uso del efluente de piscicultura y después de hacer uso del efluente de piscicultura. Con respecto a los Sólidos Suspendidos totales, aceites y grasas, demanda química de Oxígeno y Coliformes Fecales se obtuvieron los mismos valores en el Pre Test y el Post Test.

**Tabla 8, Resultado del Análisis Estadístico (T de Student)**

<b>Parámetros</b>	<b>Calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura</b>	<b>Calidad de agua del Efluente de piscicultura</b>	<b>Significancia</b>
<b>Conductividad (µS/cm)</b>	1268.00	1207	<0.001
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)</b>	3.0	3,1	<0.001
<b>pH (Unidad de Ph)</b>	6.37	7.58	<0.001
<b>Temperatura (°C)</b>	24.1	15,4	<0.001
<b>Demanda Química de Oxígeno (mg/L)</b>	9.2	9,2	No aplica
<b>Fósforo (mg/L)</b>	1.549	0,098	<0.001
<b>Nitrógeno (mg/L)</b>	0.566	1,511	<0.001
<b>Coliformes Fecales (Termotolerantes)</b>	1600.00	1600.00	No aplica

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: Se realizó la prueba T de Student para muestras relacionadas entre los efluentes de piscicultura y la calidad de agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura para encontrar diferencias significativas por lo que, en los parámetros de conductividad, DBO, pH, temperatura, fósforo y nitrógeno se determinó que si existe una diferencia significativa y que hay una mejora en cuanto

los valores de los parámetros para que sean aptos para el sistema hidropónico a excepción del DQO y coliformes que se mantuvieron en el mismo valor.

**Tabla 9, Resultado de peso y tiempo de producción de fresas**

<b>Parámetros</b>	<b>Fresas hidropónicas (efluentes de piscicultura)</b>	<b>Fresas hidropónicas (grupo control)</b>
<b>Peso del fruto</b>	7-14 gr	7-14 gr
<b>Tiempo de producción de las Fresas</b>	32 días	34 días

*Fuente: Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 9, se presentan los resultados del peso y tiempo de producción de la fresa tanto en el sistema hidropónico convencional (grupo control) como el del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura, el peso de las fresas en ambos sistemas hidropónicos tuvo un rango similar de 7 a 14 gramos y el tiempo de producción tuvo una diferencia de 2 días, realizando en menor tiempo la producción de fresas el sistema hidropónico con efluentes de piscicultura.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua de efluentes de piscicultura de trucha arco iris (*Oncorhynchus Mykiss*) para ver el impacto que éste causa en un sistema hidropónico. Se pudo visualizar que algunos parámetros analizados fueron descendiendo en las muestras analizadas, donde se obtuvo que en el sistema hidropónico con efluentes de piscicultura arroja un pH de 6.37 , en conductividad de 1268,00 us/cm , demanda bioquímica de oxígeno de 3,0 mg/l , temperatura de 24,1 °C , demanda química de oxígeno de 9.2 mg/l , fósforo total de 1,549 mg/l , nitrógeno total de 0,566 mg/l ; a diferencia del agua o efluente de piscicultura arroja un pH de 7.58 , en conductividad de 1207.00 us/cm, demanda bioquímica de oxígeno de 3.1 mg/l , temperatura de 15.4 °C, demanda química de oxígeno de 9.2 mg/l, fósforo total de 0.098 mg/l , nitrógeno total de 1.511. mg/l.

Al comparar con los antecedentes (Huarilloclla Taype Royer, 2022) de acuerdo a los análisis de los parámetros realizados da como resultado los siguientes valores del agua de efluentes de trucha: la temperatura arrojo un valor de 16.8 C, la conductividad eléctrica arrojo un valor de 490.1 7us/cm, en turbiedad arrojo 2.55 UNT, nitrito arrojo 0.12mg/l, nitrato arrojo 1.49 mg/l, en oxígeno disuelto arrojo 5.17 mg/l y por último en PH arrojo 7.53. Nos muestra que los resultados obtenidos son menores que los análisis de nuestra presente investigación, debido a que este solo presenta agua de piscicultura de la especie *Oncorhynchus Mykiss* a diferencia de la nuestra que también presenta la solución hidropónica necesaria en un sistema por ende los parámetros son un poco más elevados, de igual forma el ambiente en el que estuvo expuesto nuestro sistema hidropónico fue diferente. Concluimos que el agua de efluente de piscicultura si obtuvo una mejora en la calidad de agua en cuanto a los parámetros ya que este da un aporte significativo de nutrientes a las plantas.

Al comparar los antecedentes con la investigación Duarte, Silva, Moreira, Braga, dos Santos (2023), coincidimos que el efluente de piscicultura no son suficientes para cubrir las demandas nutricionales para el sistema hidropónico ya que los valores de los parámetros de nuestro efluente de piscicultura fueron: pH de 7.58 , y el necesario de 5.5 a 6.5 para un buen desarrollo de la planta, en conductividad

de 1207.00 us/cm y el necesario de 1000 a 2000 us/cm el cual si se encuentra dentro del rango, demanda bioquímica de oxígeno de 3.1 mg/l, temperatura de 15.4 °C, demanda química de oxígeno de 9.2 mg/, fósforo total de 0.098 mg/l , nitrógeno total de 1.511 mg/l. y

Según lo mencionado por García y Pérez (2019) en su investigación acerca del uso del efluente de piscicultura para sistemas hidropónicos coincidimos en que si es viable lo cual se puede evidenciar en la diferencia de tiempo de producción en cuanto al sistema hidropónico con efluentes de piscicultura frente al del sistema hidropónico convencional, lo cual se puede evidenciar en el tiempo de producción de la fresa estableciéndose una diferencia de 2 días entre los 2 sistemas hidropónicos.

Los valores de los parámetros fisicoquímicos, orgánicos e inorgánicos que se obtuvieron mediante el análisis de la calidad de agua del efluente de la piscicultura presentan valores favorables para el desarrollo de la fresa en el sistema hidropónico, así como Carrión Chininin Olinda, Cordova López Clorinda (2020) lo mencionan en su trabajo de investigación en el cual obtuvieron también valores favorables en cuanto al uso de efluentes de piscicultura en un sistema hidropónico. Al evaluar el desarrollo y el rendimiento de la planta, en este caso, *Fragaria x Ananassa duch*, coincidimos con lo mencionado por Alcarraz (2018). En sistemas hidropónicos que utilizan efluentes de piscicultura, los desechos generados por los peces se convierten en nutrientes óptimos para el crecimiento y desarrollo de las hortalizas, como en el caso de la fresa. Esta interacción entre peces y plantas en un mismo sistema resulta beneficiosa para ambas partes, ya que las plantas se benefician de los desechos arrojados por los peces, que funcionan como una fuente de alimento esencial. Al comparar el tiempo de crecimiento Arrojando una variación de 2 días en producción de diferencia, nos evidencia que el aporte obtenido de nutrientes para la plata fue mínimo y no se contó con diferencias significativas en cuanto a los parámetros tal como se muestra en la tabla 4.

Según Garcia y Perez (2019) la hidroponía y la acuaponía es un método moderno donde se llevará a cabo la integración de sistemas de producción de vegetales, así como también el aprovechamiento de las aguas, en este caso se hizo la reutilización

de efluentes de piscicultura, considerándolo una alternativa sostenible para contrarrestar una de las muchas problemáticas que presenta la descarga de efluentes de piscicultura en cuerpos de agua natural. Ya que este posee una carga orgánica que servirá como suplemento o nutriente para el desarrollo de la planta; concordando con lo ya expuesto por los autores.

De acuerdo a Silvestre, Sperandio de Azevedo, Farias, de Lima Sales (2016) dándole a las aguas residuales de piscicultura el uso adecuado contribuiría en el desarrollo sostenible y la reutilización de nutrientes. Generando un impacto positivo en las plantas, ayudando en el desarrollo de este.

La implementación del sistema hidropónico se presenta como una alternativa sostenible, ya que con su adopción se logra un importante ahorro en el uso de recursos hídricos. A diferencia de la agricultura tradicional, en la que se produce un desgaste considerable de agua, el sistema hidropónico permite un uso más eficiente de este recurso. Como señala Aguilar Ramírez, Mayra Yadira (2022) en su investigación, los sistemas de recirculación hidropónicos mantienen los niveles de calidad de los efluentes dentro de los rangos aceptables para la hidroponía, al tiempo que reducen la demanda de agua. En este estudio, se utilizaron los efluentes de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) provenientes de una piscigranja ubicada en el distrito de Chiguata- Arequipa. Los resultados de estos análisis se detallan en la Tabla 4, lo que proporciona información valiosa para comprender la calidad del agua y su idoneidad para el sistema hidropónico.

## VI. CONCLUSIONES

1. El efluente de piscicultura tiene los nutrientes primordiales como el fósforo y nitrógeno, pero en cantidades menores a las que necesita el sistema hidropónico convencional.
2. Se concluyó que la aportación de nutrientes del efluente de piscicultura al sistema hidropónico produjo un tiempo menor en cuanto la producción de fresas en comparación al sistema hidropónico convencional.
3. Los valores de la calidad del agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura como los parámetros conductividad, temperatura y fósforo del sistema hidropónico con efluente de piscicultura son mayores al del efluente de piscicultura, en cuanto a los valores de DBO, pH y nitrógeno son menores los del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura y los valores de DQO y coliformes fecales se mantuvieron en su mismo valor.
4. El impacto del efluente de piscicultura tuvo un impacto significativo según el análisis estadístico realizado en cuanto a los efluentes de piscicultura y la calidad del agua del sistema hidropónico con efluentes de piscicultura por lo que se pudo evidenciar en el análisis de la calidad del agua y el tiempo de producción de la fresa.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar los efluentes de piscicultura en un sistema hidropónico ya que poseen los nutrientes primordiales como el nitrógeno y fósforo.
2. Se recomienda recolectar datos en más tiempo para poder tener una mayor exactitud en la diferencia del tiempo en cuanto la producción de la fresa de un sistema hidropónico con efluentes de piscicultura y un sistema hidropónico convencional.
3. Se recomienda tomar en cuenta las condiciones ambientales en donde se encuentran los sistemas hidropónicos ya que pueden influir en los valores de la calidad de agua y el desarrollo de las fresas.
4. Se recomienda realizar más investigaciones en cuanto al efluente de la especie trucha arcoíris para que puedan ser aprovechados en sistemas hidropónicos de diferentes cultivos y minimizar el impacto al ambiente con la sobrecarga de nutrientes.



Aurora Serra Cantí (2018, junio), Comparació de tres sistemes d'Aquaponia amb Enciam fulla de roure (*Lactuca sativa*) i Tilàpia (*Tilapia mariae*). Disponible en:

Comparació de tres sistemes d'Aquaponia amb Enciam fulla de roure (*Lactuca sativa*) i Tilàpia (*Tilapia mariae*) (upc.edu)

Bigliardi, Nicolás Andres (Evaluación de un nuevo sistema de producción hortícola, Acuaponia. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://rd.u.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/11912/Evaluaci%25C3%25B3n%2520de%2520un%2520nuevo%2520sistema%2520de%2520producci%25C3%25B3n%2520acuaponia.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwitgLiIwbWAAXXqHbkGHWUVDPY4MhAWegQIBxAB&usg=AOvVaw23ALVAXGWq6wjThV9tfXLW>

Castro Serrano, Angélica; Olarte Bayona, Julián Esteban (2022) Desarrollo de un prototipo de sistema acuapónico para producción de lechuga crespa *Lactuca sativa* y crecimiento de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en la finca El Papayo en el municipio de Cómbita, Boyacá. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12495/9886>

Calcetero Barato Adriana Alejandra (2022) Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, Sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca. Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43399/2022AdrianaCalcetero.pdf?sequence=7>

Carpio Amézquita, Arturo Jesús (2020) Evaluación del rendimiento y características del fruto en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) C.V, Camarosa, con diferentes combinaciones de sustratos, bajo sistema hidropónico en mangas verticales. Disponible en:

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10425>

Chamorro Legarda (2012) Diseño, montaje y evaluación preliminar del desempeño de un Sistema acuapónico, utilizando lechuga (*Lactuca sativa*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en un Sistema de recirculación acuícola. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1515/1854>

Cisneros Ruiz Kathya Luz (2021) PRODUCCIÓN ACUAPÓNICA DE TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*) Y LECHUGA (*Lactuca sativa*) CON ADICIÓN DE NUTRIENTES DEFICITARIOS EN EL SISTEMA” Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4915/cisneros-ruiz-kathya-luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Condori Ramos, Whylmor Yeyshom (2022) Sistema de cultivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13028/4076>

D. C. Naspirán-Jojoa (2022) Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrofica integrada (IMTA). Disponible en: [Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrofica integrada \(IMTA\): una revisión \(scielo.org.co\)](https://scielo.org.co)

Duarte, Silva, Moreira, Braga, dos Santos (2023) Nutrients in lettuce production in aquaponics with tilapia fish compared to that with hydroponics. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/7wqLbQQPDB7Kzjg8NbF4Cyd/?lang=en>

Dholwani, S.; Marwadi, S.; Patel, V.; Desai, V. P. (2018) Introduction of hydroponic system and it's methods. International Journal for Research Trends Innovation, v.3 Disponible en: <https://www.ijrti.org/papers/IJRTI1803011.pdf>

Edinson W. Moreno Simón y Alina Zafra Trelles (2014) Sistema acuapónico del crecimiento de lechuga, *Lactuca sativa*, con efluentes de cultivo de tilapia. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://core.ac.uk/download/pdf/267888199.pdf&ved=2ahUKEwi65pfyw7WAAxVUL7kGHdLSBCc4PBAWegQICAB&usg=AOvVaw3qZdNVJE46-GNsitArnZJ7>

Fimbres Acedo Yenitze Elizabeth (2019) Acuicultura de *Oreochromis niloticus* en sar y tbf integrada con horticultura hidropónica en sistemas sin recirculación. Disponible en:

<https://cibnor.repositorioinstitucional.mx>

García González Luis Ángel. (2017, febrero 2). Muestreo probabilístico y no probabilístico. Teoría. Disponible en:

Muestreo probabilístico y no probabilístico. Teoría • gestiopolis

González Acosta, Julio A. (2012) Uso y manejo de sedimentos provenientes de piscicultura como base para el manejo sostenible: revisión del tema. Disponible en: "Uso y manejo de sedimentos provenientes de piscicultura como base para" by Julio A. González Acosta (lasalle.edu.co)

Gordillo Santander, Sebastián (2017) Residuo sólido acuapónico, como solución nutritiva hidropónica: una alternativa de producción sustentable. Disponible en: Residuo sólido acuapónico, como solución nutritiva hidropónica: una alternativa de producción sustentable (unicach.mx)

Hernández Zambrano Luis Felipe (2017) Diseño, construcción y evaluación de un sistema Acuapónico automatizado de tipo tradicional y Doble recirculación en el cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis Mossambicus*) y Lechuga Crespa (*Lactuca Sativa*). Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62954/1057592154.2018.pdf&ved=2a>

hUKEwioDVvbWAAxW\_G7kGHcjgBrs4HhAWegQIAhAB&usg=AOvVaw2aS3kMY  
G0DIDKVWEJVSo1K

Huarilloclla Taipe, Royer (2022) Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos, Cabanillas 2022. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88445/Huarilloclla\\_TR-SD.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88445/Huarilloclla_TR-SD.pdf)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. Disponible en:  
[http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506\\_6.pdf](http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf)

Leandro Zuccolotto Crivelenti (2009) Piscicultura superintensiva asociada à hidroponia em sistema de recirculação de água . Disponible en:  
13365 v14 n2 p109-116 (core.ac.uk)

López Elías Jesús (2018) La producción hidropónica de cultivos. Disponible en :  
La producción hidropónica de cultivos (scielo.cl)

Merchán Pinzon Jorge Alejandro (2013) Evaluación del uso y aprovechamiento del recurso hídrico en 3 Truchifactorías del departamento de Cundinamarca.  
Disponible en:  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1515&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1515&context=ing_ambiental_sanitaria)

M. Guerra Moura e Silva y otros, 2013). Tratamiento de efluentes de la acuicultura.  
Disponible en:  
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA ACUICULTURA (studylib.es)

Martinez Burgos Johan eduardo (2020). Sistema acuaponico para la producción de lechuga (*Lactuca saliva*) y Tilapia (*Oreochromis nilocitus*) Santa Ana – 2020.  
Disponible en:

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3349/3/ULEAM-AGRO-0103.pdf&ved=2ahUKEwioDVvbWAAxW\\_G7kGHcjgBrs4HhAWegQIChAB&usg=AOvVaw3-KEr1hBI38Ai0RNWwf6Hh](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3349/3/ULEAM-AGRO-0103.pdf&ved=2ahUKEwioDVvbWAAxW_G7kGHcjgBrs4HhAWegQIChAB&usg=AOvVaw3-KEr1hBI38Ai0RNWwf6Hh)

Pickens Jeremy Martin (2016) Integrating Effluent from Recirculating Aquaculture Systems with Greenhouse Cucumber and Tomato Production. Disponible en: Jeremy M. Pickens Dissertation 2015.pdf (auburn.edu)

Quico Valdivia Edgar Ángel (2021) Determinación de impactos y riesgos ambientales generados por un sistema de piscicultura en la parte alta de la cuenca del río Chili, Arequipa, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0d9e4314-658a-4ddd-9da8-5afc1612c92a/content>

Quispe Fernández, Richard (diciembre,2018) Eficiencia de remoción de nutrientes en efluentes de piscigranja mediante sistema de cultivo hidropónico aplicando diseños de experimentos. Disponible en:

Eficiencia de remoción de nutrientes en efluentes de piscigranja mediante sistema de cultivo hidropónico aplicando diseños de experimentos (upeu.edu.pe)

Ramos Roberto (2021) Capacidad de biofiltración de nutrientes y crecimiento de macroalgas utilizando efluentes generados en el cultivo del pez dorado *Seriola lalandi* (Perciformes: Carangidae). Disponible en:

Capacidad de biofiltración de nutrientes y crecimiento de macroalgas utilizando efluentes generados en el cultivo del pez dorado *Seriola lalandi* (Perciformes: Carangidae) (scielo.cl)

Red nacional de información acuícola (RNIA) (2021) Espinaca y lechuga descontaminarían agua en estanques piscícolas. Disponible en:

<https://rnia.produce.gob.pe/espinaca-y-lechuga-descontaminarian-agua-en-estanques-piscicolas/>

Rêgo, Lunara Gleika da Silva (2018) Uso de efluente da piscicultura la producción de girasol ornamental. Disponible en:

Repositório de Universidade Federal Rural do Semi-Árido: Uso de efluente da piscicultura na produção de girassol ornamental (ufersa.edu.br)

Revista MVZ Córdoba (Julio,2006) Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable. Disponible en:

Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable | Revista MVZ Córdoba (unicordoba.edu.co)

Reyes Flores, Maciel (2017) Optimización de agua, nutrientes solubles y sedimentos de la piscicultura para la producción de plantas. Disponible en:

Optimización de agua, nutrientes solubles y sedimentos de la piscicultura para la producción de plantas (colpos.mx)

Reyes-Flores Maciel (2016) Concentración de nutrientes en efluente acuapónico para producción de *Solanum lycopersicum* L. Disponible en:

Concentración de nutrientes en efluente acuapónico para producción de *Solanum lycopersicum* L. (redalyc.org)

Rubiano Sanabria Juan Camilo (2020) Respuesta de la lechuga al uso de bio preparados provenientes del tratamiento de los residuos del eviscerado de la trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) mediante ensilaje químico. disponible en:

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3789/RubianoSanabria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vizcarra Viteri, Gianni Regie (2023) Uso del efluente de cultivo de Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en un módulo de cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa*). Disponible en:

Uso del efluente de cultivo de Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en un módulo de cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa*) (lamolina.edu.pe)

William Crispim Hundley<sup>2</sup>, y Rodrigo Diana Navarro<sup>3</sup>. (2013). Acuaponía: La integración entre la piscicultura y la hidroponía. Revista Brasileña de Agricultura Sostenible. Disponible en:

ACUAPONIA: LA INTEGRACIÓN ENTRE PISCICULTURA E HIDROPONÍA |  
Revista Brasileña de Agricultura Sostenible (ufv.br)

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.)	La calidad de agua en un sistema hidropónico debe tener características químicas, aptas como son: los niveles de pH, la conductividad eléctrica, la dureza, el oxígeno disuelto, que consecuentemente tiene impacto en los cultivos (Salas, 2020, p. 57).	Se realizará análisis de calidad de agua por medio de un laboratorio acreditado por INACAL, así como se verificará el desarrollo de la fresa mediante unas fichas de control. Los análisis serán antes y después de la manipulación de la variable independiente.	Parámetros Físicoquímicos	-Temperatura -Conductividad Eléctrica -Ph  -DQO	°C Us/cm Unidades de ph mg/l
			Parámetros Orgánicos	Concentración de Nitrógeno Orgánico Concentración de Fósforo Orgánico DBO	mg/L mg/L mg/L
			Parámetros Inorgánicos	Concentración de Nitrógeno Inorgánico Concentración de Fósforo Inorgánico	mg/L mg/L
			Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	UFC/mL
			Características morfológicas de la fresa (Fragaria x Ananassa Duch.)	Peso del fruto Tiempo de producción de la fresa	gr días
VARIABLE INDEPENDIENTE: Efluentes de piscicultura	Descargas de agua enriquecidos de materia orgánica por la producción de especies acuáticas de consumo humano en ecosistemas artificiales (Pardo, Suárez y Soriano, 2006, p. 20).	Se corroborará la cantidad de materia orgánica, inorgánica y microbiológica que posee mediante un análisis de calidad de agua por un laboratorio acreditado por INACAL.	Parámetros Orgánicos	DBO Concentración de Nitrógeno Orgánico Concentración de Fósforo Orgánico	mg/L mg/L mg/L
			Parámetros Inorgánicos	Concentración de Nitrógeno Inorgánico Concentración de Fósforo Inorgánico	mg/L mg/L
			Parámetros Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	UFC/100m l
			Parámetros Físicoquímicos	-Temperatura -Conductividad Eléctrica -Ph  -DQO	°C Us/cm Unidades de ph mg/l

Fuente: Elaboración propia, 2023.









## Anexo 6: Fichas de Validación



### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del informante: *Mendoza López, Karla Luz*  
 Institución donde labora: *Universidad Cesar Vallejo*  
 Especialidad: *Instrumentos de gestión Ambiental -ETA*  
 Instrumento de validación: *Ficha de registro de campo.*  
 Autor (s) del instrumento (s): *Christian J. Alvarez Castillo-Katherine Y. Pacheco Flores*

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

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

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. <i>Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.), Arequipa 2023.</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

#### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

*Es aplicable*

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

43

Lima, 25 de Abril de 2023

*Karla Luz Mendoza López*  
 Dra en Ciencias Ambientales  
 CIP 122149

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del informante: Apaza Maquera Eder Andre  
 Institución donde labora: NSF ENVIROLAB  
 Especialidad: Ingeniería y Gestión Ambiental  
 Instrumento de validación: Ficha de registro de campo.  
 Autor (s) del instrumento (s): Christian J. Alvarez Castillo-Katherine Y. Pacheco Flores

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

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

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento tienen organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
BURCENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Impacto de estuero de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de frías (Pergara & Anasarca, Dugh). Arequipa 2023.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recola a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

Aplicable.....

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

42

Arequipa, 01 de mayo de 2023

  
 Bigo. Eder Andre Apaza Maquera  
 CBP: 9486

## INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del informante: Huanca Ponce Areli

Institución donde labora: Universidad Continental

Especialidad: Ingeniero Ambiental

Instrumento de validación: Ficha de registro de campo.

Autor (s) del instrumento (s): Christian J. Alvarez Castillo-Katherine Y. Pacheco Flores

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

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

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.), Arequipa 2023.				x	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				x	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				x	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Aplicable

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

44

Lima, 29 de abril de 2023

  
 ING. CIP. ARELI HUANCA PONCE  
 Registro 357304 - AMBIENTAL

**Anexo 7:** Ficha de registro de Campo de observación del cultivo de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.) en el sistema hidropónico. (Grupo control)

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de registro de Campo de observación del cultivo de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.) en el sistema hidropónico. (Grupo control)</b>	
<b>Título del proyecto:</b> Impacto de Efluentes de Piscicultura en un sistema Hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.)			
<b>Responsable:</b> Alvarez Castillo Christian Jhoel Pacheco Flores Katherine Yoes			
<b>Lugar:</b> Lugar: Chiguata – Arequipa - Arequipa			
Fecha	Bueno (hojas verdes)	Regular (hojas amarillas)	Malo (hojas oscuras)
01/06/23	x		
02/06/23	x		
03/06/23		x	
04/06/23		x	
05/06/23		x	
06/06/23		x	
07/06/23		x	
08/06/23		x	
09/06/23	x		
10/06/23	x		
11/06/23	x		
12/06/23	x		
13/06/23	x		
14/05/23	x		
15/06/23	x		
16/06/23	x		
17/06/23	x		
18/06/23	x		
19/06/23	x		

20/06/23	x		
21/06/23	x		
22/06/23	x		
23/06/23	x		
24/06/23	x		
25/06/23	x		
26/06/23	x		
27/06/23	x		
28/06/23	x		
29/06/23	x		
30/06/23	x		
01/07/23	x		
02/07/23	x		
03/07/23	x		
04/07/23	x		
05/07/23	x		
06/07/23	x		
07/07/23	x		
08/07/23	x		

**Anexo 8:** Ficha de registro de Campo de observación del cultivo de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.) en el sistema hidropónico. (Grupo con efluentes de piscicultura).

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de registro de Campo de observación del cultivo de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.) en el sistema hidropónico. (Grupo con efluentes de piscicultura)</b>	
<b>Título del proyecto:</b> Impacto de Efluentes de Piscicultura en un sistema Hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.)			
<b>Responsable:</b> Alvarez Castillo Christian Jhoel Pacheco Flores Katherine Yoes			
<b>Lugar:</b> Chiguata – Arequipa - Arequipa			
Fecha	Bueno (hojas verdes)	Regular (hojas amarillas)	Malo (hojas oscuras)
01/06/23	x		
02/06/23	x		
03/06/23		x	
04/06/23		x	
05/06/23		x	
06/06/23		x	
07/06/23		x	
08/06/23		x	
09/06/23	x		
10/06/23	x		
11/06/23	x		
12/06/23	x		
13/06/23	x		
14/05/23	x		
15/06/23	x		
16/06/23	x		
17/06/23	x		
18/06/23	x		
19/06/23	x		

20/06/23	x		
21/06/23	x		
22/06/23	x		
23/06/23	x		
24/06/23	x		
25/06/23	x		
26/06/23	x		
27/06/23	x		
28/06/23	x		
29/06/23	x		
30/06/23	x		
01/07/23	x		
02/07/23	x		
03/07/23	x		
04/07/23	x		
05/07/23	x		
06/07/23	x		
07/07/23	x		
08/07/23	x		

**Anexo 9:** Ficha de registro de Campo de medición de pH en el sistema hidropónico de producción de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.). (Grupo control)

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha de registro de Campo de medición de Ph en el sistema hidropónico de producción de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.). (Grupo control)</b>				
		<b>Título del proyecto:</b> Impacto de Efluentes de Piscicultura en un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch)				
<b>Responsable:</b> Alvarez Castillo Christian Jhoel Pacheco Flores Katherine Yoes						
<b>Lugar:</b> Chiguata – Arequipa - Arequipa						
Fecha	Hora de medición de Ph			Ph max	Ph min	Ph medio
	08:00 hrs	14:00 hrs	18:00 hrs			
01/06/23	5.9	6.0	6.2	6.2	5.9	6.0
02/06/23	5.9	6.2	6.5	6.5	5.9	6.2
03/06/23	5.7	6.2	6.5	6.5	5.7	6.2
04/06/23	5.6	6.0	6.2	6.2	5.6	6.0
05/06/23	5.8	6.1	6.4	6.4	5.8	6.1
06/06/23	5.7	6.1	6.5	6.5	5.7	6.1
07/06/23	5.7	6.1	6.4	6.4	5.7	6.1
08/06/23	5.8	6.0	6.3	6.3	5.8	6.0
09/06/23	5.9	6.0	6.3	6.3	5.9	6.0
10/06/23	5.8	6.1	6.3	6.3	5.8	6.1
11/06/23	5.6	6.2	6.3	6.3	5.6	6.0
12/06/23	5.7	6.0	6.4	6.4	5.7	6.1
13/06/23	5.6	6.1	6.3	6.3	5.6	5.9
14/05/23	5.8	6.2	6.3	6.3	5.8	6.1
15/06/23	5.4	6.1	6.4	6.4	5.4	5.9
16/06/23	5.5	6.3	6.5	6.5	5.5	6.0
17/06/23	5.6	6.2	6.3	6.3	5.6	5.9

18/06/23	5.8	6.1	6.5	6.5	5.8	6.2
19/06/23	5.7	6.0	6.4	6.4	5.7	6.1
20/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
21/06/23	5.6	6.2	6.4	6.4	6.2	6.3
22/06/23	5.7	6.2	6.3	6.3	5.7	6.0
23/06/23	5.6	6.1	6.2	6.2	5.6	5.9
24/06/23	5.7	6.0	6.3	6.3	5.7	6.0
25/06/23	5.6	6.1	6.4	6.4	5.6	6.0
26/06/23	5.7	6.2	6.3	6.3	5.7	6.0
27/06/23	5.8	6.2	6.3	6.3	5.8	6.1
28/06/23	5.6	6.1	6.5	6.5	5.6	6.1
29/06/23	5.6	6.1	6.4	6.4	5.6	6.0
30/06/23	5.7	6.0	6.3	6.3	5.7	6.0
01/07/23	5.9	6.2	6.3	6.3	5.9	6.2
02/07/23	5.8	6.0	6.4	6.4	5.8	6.0
03/07/23	5.7	6.2	6.5	6.5	5.7	6.2
04/07/23	5.7	6.0	6.3	6.3	5.7	6.0
05/07/23	5.7	6.0	6.2	6.2	5.7	6.0
06/07/23	5.8	6.0	6.5	6.5	5.8	6.0
07/07/23	5.9	6.1	6.4	6.4	5.9	6.1
08/07/23	5.9	6.1	6.4	6.4	5.9	6.1

**Anexo 10:** Ficha de registro de Campo de medición de Ph en el sistema hidropónico de producción de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.). (Grupo efluentes de piscicultura)

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				<b>Ficha de registro de Campo de medición de Ph en el sistema hidropónico de producción de fresas (Fragaria x Ananassa Duch.). (Grupo efluentes de piscicultura)</b>		
<b>Título del proyecto: Impacto de Efluentes de Piscicultura en un sistema hidropónico de fresas (Fragaria x Ananassa Duch)</b>						
<b>Responsable: Alvarez Castillo Christian Jhoel Pacheco Flores Katherine Yoes</b>						
<b>Lugar: Chiguata – Arequipa - Arequipa</b>						
Fecha	Hora de medición de Ph			Ph max	Ph min	Ph medio
	08:00 hrs	14:00 hrs	18:00 hrs			
01/06/23	6.0	6.1	6.3	6.3	6.0	6.1
02/06/23	5.9	6.3	6.6	6.6	5.9	6.3
03/06/23	5.8	6.3	6.6	6.6	5.8	6.3
04/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.1
05/06/23	5.9	6.2	6.6	6.6	5.9	6.2
06/06/23	5.8	6.2	6.7	6.7	5.8	6.2
07/06/23	5.8	6.2	6.5	6.5	5.8	6.2
08/06/23	5.9	6.1	6.4	6.4	5.9	6.1
09/06/23	6.0	6.1	6.4	6.4	6.0	6.1
10/06/23	5.9	6.2	6.4	6.4	5.9	6.2
12/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
13/06/23	5.6	6.2	6.4	6.4	5.6	6.0
14/05/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
15/06/23	5.7	6.0	6.4	6.4	5.7	6.1
16/06/23	5.5	6.1	6.4	6.4	5.5	6.0
17/06/23	5.6	6.0	6.3	6.3	5.6	6.0

18/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
19/06/23	5.6	6.2	6.4	6.4	5.6	6.0
20/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
21/06/23	5.5	6.2	6.3	6.3	5.5	5.9
22/06/23	5.6	6.3	6.5	6.5	5.6	6.1
23/06/23	5.6	6.2	6.4	6.4	5.6	6.0
24/06/23	5.7	6.1	6.3	6.3	5.7	6.0
25/06/23	5.7	6.2	6.4	6.4	5.7	6.1
26/06/23	5.6	6.1	6.4	6.4	5.6	6.0
27/06/23	5.7	6.0	6.3	6.3	5.7	6.0
28/06/23	5.5	6.0	6.5	6.5	5.5	6.0
29/06/23	5.6	6.1	6.3	6.3	5.6	6.0
30/06/23	5.6	6.0	6.2	6.2	5.6	5.9
01/07/23	5.9	6.4	6.6	6.6	5.9	6.4
02/07/23	6.0	6.3	6.4	6.4	6.0	6.3
03/07/23	5.9	6.1	6.5	6.5	5.9	6.1
04/07/23	5.8	6.3	6.6	6.6	5.8	6.3
05/07/23	5.8	6.1	6.4	6.4	5.8	6.1
06/07/23	5.8	6.1	6.3	6.3	5.8	6.1
07/07/23	5.9	6.1	6.6	6.6	5.9	6.1
08/07/23	6.0	6.2	6.5	6.5	6.0	6.2

## Anexo 11: Análisis de la calidad de agua del Efluente de Piscicultura





**Anexo 12: Poza de Truchas Arcoíris**



## Anexo 13: Instalación de Sistemas Hidropónicos



**Anexo 14: Sistema Hidroponico con Efluentes de Piscicultura**



**Anexo 15: Sistema Hidropónico de Grupo control**



### Anexo 16: Recolección del fruto



### Anexo 17: Pesado del fruto



## Anexo 18: Resultados del análisis del Efluente de Piscicultura



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 098



Registro N° LE - 096



ACCREDITED  
Testing Laboratory  
TL - 833



ACCREDITED  
Testing Laboratory  
IAS TL-1007

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10450

N° Id.: 000078638

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Christian Jhoel Alvarez Castillo
2.-DIRECCION	: Cayma enace sector IV MZ-L Lote 12, Arequipa, Arequipa
3.-PROYECTO	: IMPACTO DE EFLUENTES DE PISCICULTURA EN LA CALIDAD DE AGUA DE UN SISTEMA HIDROPONICO DE FRESAS(FRAGARIA X ANANASSA DUCH.) AREQUIPA 2023
4.-PROCEDENCIA	: CHIGUATA-AREQUIPA-AREQUIPA
5.-SOLICITANTE	: CHRISTIAN JHOEL ALVAREZ CASTILLO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 000002513-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: P-OPE-1 MUESTREO
8.-MUESTREADO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISION DE INFORME	: 2023-06-16

#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-06-06
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-06-06 al 2023-06-16

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Marleni V. Rivera Castromonte  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología e Hidrobiología  
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

📍 SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 SEDE ZARUMILLA  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 SEDE AREQUIPA  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 SEDE PIURA  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10450

N° Id.: 0000078638

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2022.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Conductividad <sup>2</sup> <sup>(4)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 24th Ed. 2022.	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2022.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
pH <sup>2</sup> <sup>(4)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 24th Ed. 2022.	pH Value. Electrometric Method
Temperatura <sup>2</sup> <sup>(4)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 24th Ed. 2022.	Temperature. Laboratory and Field Methods
Aceites y Grasas <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2022.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2022.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
Demanda Química de Oxígeno <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2022.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Fósforo Total <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B(item 5) y E, 24th Ed. 2022.	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 24th Ed., 2022.	Nitrogen. Persulfate Method.
Caudal volumetrico <sup>2</sup> <sup>(4)</sup>	MVAL-OPE-04 48 / 5000	Translation results- Flow Determination - Volumetric Method.

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

<sup>(4)</sup> Ensayo realizado en campo (medido in situ)

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10450

N° Id.: 0000078638

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-32338
CÓDIGO DEL CLIENTE:				EP-01
COORDENADAS:				E:0241811
UTM WGS 84:				N:8184653
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Efluente Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				I-OPE-1.5 MUESTREO DE AGUA RESIDUAL
FECHA y HORA DE MUESTREO :				06-06-2023 11:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>1</sup>	NMP/100mL	NA.	1.8	1 600,0
Conductividad (c) <sup>2</sup>	µS/cm	NA.	0.01 ©	1 207,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>2</sup>	mg/L	0,4	2,0	3,1
pH (c) <sup>2</sup>	Unidad de pH	NA.	NA. ©	7,58
Temperatura (c) <sup>2</sup>	(°C)	NA.	NA. ©	15,4
Aceites y Grasas <sup>2</sup>	mg/L	0,30	0,50	<0,50
Sólidos Suspendidos Totales <sup>2</sup>	mg/L	2,0	5,0	12,0
Demanda Química de Oxígeno <sup>2</sup>	mg/L	2,0	5,0	9,2
Fósforo Total (*)	mg/L	0,004	0,010	0,098
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	mg/L	0,050	0,120	1,511
Caudal (c) volumétrico <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	NA.	0,0001 ©	0,0087

<sup>1</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

© L.C.M.: Valor Mínimo de Medición en el Instrumento

"FIN DE DOCUMENTO"

**Anexo 19:** Análisis de la calidad de agua del Efluente del Sistema Hidropónico utilizando efluentes de Piscicultura



## Anexo 20: Análisis de la calidad de agua del Sistema hidropónico con efluentes de piscicultura



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096



### INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11727

N° Id.: 0000079915

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Christian Jhoel Alvarez Castillo
2.-DIRECCIÓN	: Cayma enace sector IV MZ-L Lote 12, Arequipa, Arequipa
3.-PROYECTO	: IMPACTO DE EFLUENTES DE PISCICULTURA EN LA CALIDAD DE AGUA DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO DE FRESAS (FRAGARIA X ANANASSA DUCH.), AREQUIPA 2023
4.-PROCEDENCIA	: CHIGUATA -AREQUIPA-AREQUIPA
5.-SOLICITANTE	: CHRISTIAN JHOEL ALVAREZ CASTILLO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002788-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: P-OPE-1 MUESTREO
8.-MUESTREADO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-07-04

#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-06-20
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-06-20 al 2023-07-04

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Marleni V. Rivera Caströmte  
Supervisor de Laboratorio de  
Microbiología e Hidrobiología  
GBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 4

📍 SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 SEDE ZARUMILLA  
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 SEDE AREQUIPA  
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 SEDE PIURA  
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11727

N° Id.: 000079915

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24th Ed. 2022.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Conductividad <sup>2</sup> (6)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 24th Ed. 2022.	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2022.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Oxígeno Disuelto <sup>2</sup> (6)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 24th Ed. 2022.	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
pH <sup>2</sup> (6)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 24th Ed. 2022.	pH Value. Electrometric Method
Temperatura <sup>2</sup> (6)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 24th Ed. 2022.	Temperature. Laboratory and Field Methods
Aceltes y Grasas <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2022.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2022.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
Demanda Química de Oxígeno <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2022.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Fósforo Total (7)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (Item 5) y E, 24th Ed. 2022.	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 24th Ed., 2022.	Nitrogen. Persulfate Method.
Metales Totales ICP-MS (7)	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

\*APHA\* : American Public Health Association

(7) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

(6) Ensayo realizado en campo (medido in situ)



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096



## INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11727

N° Id.: 0000079915

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
----------------	---------------------	--------

\*APHA\* : American Public Health Association

1 Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

2 Ensayo acreditado por el IAS

### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaça N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

### SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

### SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

### SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.3 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11727

N° Id.: 000079915

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-36423
CÓDIGO DEL CLIENTE:				SHP-01
COORDENADAS:				E:0240741
UTM WGS 84:				N:8184845
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Efluente Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				I-OPE-1.5 MUESTREO DE AGUA RESIDUAL
FECHA y HORA DE MUESTREO :				20-06-2023 10:50
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>1</sup>	NMP/100mL	NA.	1.8	1 600,0
Conductividad (c) <sup>2</sup>	µS/cm	NA.	0.01 ☉	1 268,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>2</sup>	mg/L	0,4	2.0	3,0
Oxígeno Disuelto (c) <sup>2</sup>	mg/L	NA.	NA. ☉	8,73
pH (c) <sup>2</sup>	Unidad de pH	NA.	NA. ☉	6,37
Temperatura (c) <sup>2</sup>	(°C)	NA.	NA. ☉	24,1
Aceites y Grasas <sup>2</sup>	mg/L	0,30	0.50	-0,50
Sólidos Suspendidos Totales <sup>2</sup>	mg/L	2,0	5.0	-5,0
Demanda Química de Oxígeno <sup>2</sup>	mg/L	2,0	5.0	9,2
Fósforo Total (*)	mg/L	0,004	0.010	1,549
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	mg/L	0,050	0.120	0,566
<b>Metales Totales ICP-MS</b>				
Potasio (*)	mg/L	0,003	0.010	24,406

<sup>1</sup> Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*-<=> Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*-<=> Menor que el L.D.M.

☉ L.C.M. :Valor Mínimo de Medición en el Instrumento

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaça N° 1877,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0756  
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,  
Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 713 0636  
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,  
Arequipa  
Telf.: (+054) 616 843  
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,  
Castilla - Piura  
Telf.: (+073) 542 335  
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.4 de 4

## Anexo 21: Carta de Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación



Universidad  
César Vallejo

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

San Juan de Lurigancho, 05 de mayo de 2023

Señor(a)  
**CHIRINOS CHIRINOS JOSE LUIS**  
**TITULAR-GERENTE**  
**LA LAGUNA DE CHIGUATA E.I.R.L.**  
**CHIGUATA**

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

De mi mayor consideración:

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

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. CHRISTIAN JHOELALVAREZ CASTILLO, con DNI 71322281, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"IMPACTO DE EFLUENTES DE PISCICULTURA EN LA CALIDAD DE AGUA DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO DE FRESAS (FRAGARIA X ANANASSA DUCH.), AREQUIPA 2023."**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

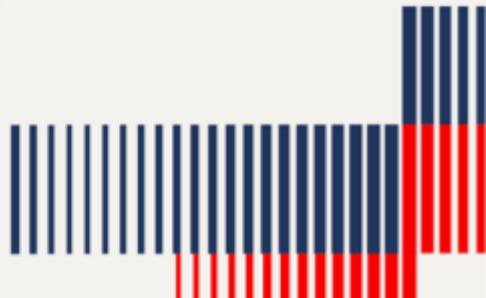
Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

**Carlos Hung**

COORDINADOR NACIONAL EPIM  
PROGRAMA DE TITULACIÓN  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: *Archivo PTUN.*



## Anexo 21: Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación

### AUTORIZACION

Yo JOSE LUIS CHIRINOS CHIRINOS identificado con DNI N° 30953667 actual titular y gerente de la Acuícola, LA LAGUNA DE CHIGUATA E.I.R.L. autorizo a CHRISTIAN JHOEL ALVAREZ CASTILLO identificado con DNI N° 71322281 Y KATHERINE YOES PACHECO FLORES identificada con DNI N° 72493069 la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental que lleva por nombre: "Impacto de efluentes de piscicultura en la calidad de agua de un sistema hidropónico de fresas (*Fragaria x Ananassa Duch.*), Arequipa 2023."

Atentamente,



Jose Luis Chirinos Chirinos

Titular-Gerente

La Laguna de Chiguata E.I.R.L.