

Universidad de Huánuco

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO

TESIS

“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUAPÓNICO CON (*Lactuca sativa*) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE UN ESTANQUE DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA COMÚN (*Oncorhynchus mykiss*) EN EL DISTRITO DE PUNCHAO, PROVINCIA DE HUAMALIES, 2019.

**Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERO AMBIENTAL**

TESISTA

Bach. NIETO TRUJILLO, Dennis

ASESOR

Mg. MV. CÁMARA LLANOS, Frank Erick

Huánuco- Perú
2019



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:19 horas del día 26 del mes de NOVIEMBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. EMER RIVEROS AGUERO (Presidente)
Bigo. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVA (Secretario)
Ing. HEBERTO CALVO TRUJILLO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1358-2019-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN ACUAPONICA CON (LOCTUA SATIUA) PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA DE UN ESTANQUE DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA COMÚN (ONCORHYNCHUS MY KISS) EN EL DISTRITO DE PONCHAO, PROVINCIA DE HUAMALTES, 2019

.....", presentada por el (la) Bachiller DENNIS NIETO TRUJILLO para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APTO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 17 y cualitativo de Muy BUEN (Art. 47)

Siendo las 18:04 horas del día 26 del mes de NOVIEMBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

*A **DIOS TODOPODEROSO**, por guiar cada paso que he dado en mi vida, a mis padres por el apoyo incondicional, por estar ahí cuando más los necesite y por inculcarme el deseo de superación, a mi hermano y hermanas por el apoyo empuje a concluir este sueño. A todos los familiares, amigos y allegados que directa o indirectamente me apoyaron en este camino, de corazón mil gracias.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por sobre todas las cosas, por brindarme salud y poder dar este paso, por guiarme por el camino correcto y no desampararme.

A mis padres, hermano (as) y abuela (o), agradezco los valores que me inculcaron y su filosofía de vida, a siempre impulsarme a ser mejor persona cada día, por los alientos brindados para seguir adelante en mis estudios y sueños de vida. Son parte de este logro importante, mil gracias.

A la Universidad de Huánuco, en especial a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, a los docentes formadores por compartir sus conocimientos que hoy y siempre pondré en práctica en mi vida profesional.

A todos mis familiares, amigos por los consejos de vida otorgados y el apoyo brindado a lo largo del camino.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
INDICE DE CONTENIDO.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE GRAFICOS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCION.....	XII

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	14
1.2. Formulación del Problema	17
1.3. Objetivo General.....	17
1.4. Objetivos Específicos	18
1.5. Transcendencia y Justificación de la Investigación	18
1.6. Viabilidad de la Investigación.....	20
1.7. Limitaciones de la Investigación	20

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación	21
2.2. Bases Teóricas.....	25
2.3. Definiciones Conceptuales.....	35
2.4. Sistema de Hipótesis.....	37
2.5. Sistema de Variables	38
2.5.1. Variable Independiente.....	38
2.5.2. Variable Dependiente.....	39

2.6.	Operacionalización de Variables.....	39
------	--------------------------------------	----

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1.	Tipo de Investigación	40
3.1.1.	Enfoque de la Investigación.....	40
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	41
3.1.3.	Diseño de la Investigación.....	41
3.2.	Población y Muestra	42
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	43
3.4.	Técnicas para el Procesamiento y Analisis de la Información.....	47

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1.	Procesamiento de la información	48
4.2.	Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis.....	59

CAPITULO V. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1.	Contrastación de los resultados	64
CONCLUSIONES.....		66
RECOMENDACIONES		67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		68
ANEXOS.....		70

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Coordenadas UTM – WGS84.....	20
Tabla02: Rango de calidad de agua para peces.....	33
Tabla 03: Operacionalización de las variables.....	39
Tabla 04: Ubicación del área de muestra.....	43
Tabla 05: Concentración de oxígeno en el sistema acuapónico NFT.....	45
Tabla 06: Levantamiento de información.....	46
Tabla 07: Analisis de resultado de calidad de agua.....	48
Tabla 08: Analisis de resultado de calidad de agua.....	48
Tabla 09: Analisis de resultado de calidad de agua.....	49
Tabla 10: Analisis de resultado de calidad de agua.....	49
Tabla 11: Concentración de nitrato mg/l.....	50
Tabla 12: Concentración de amoniaco mg/l (ppm).....	51
Tabla 13: Oxígeno disuelto mg/l.....	52
Tabla 14: pH unidad.....	53
Tabla 15: Temperatura C°.....	54
Tabla 16: Estanque de producción de truchas.....	55
Tabla 17: Evolución de la producción de trucha.....	56
Tabla 18: Calidad de agua de los estanques de producción de trucha.....	58
Tabla 19: Oxígeno disuelto.....	60

Tabla 20: Parámetros químicos del agua.....	61
Tabla 21: Parámetros físicos del agua.....	62
Tabla 22: Parámetros físicos de sistema NFT.....	64
Tabla 23: Parámetros del agua.....	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Componentes de un sistema de recirculación acuapónico.....	26
Figura 02: sistema balanceado entre peces, plantas y bacterias nitrificantes.....	29
Figura 03: : sistema NFT: Plantas sujetas al canal.....	44
Figura 04: Sistema de aguas profundas o balsas flotantes.....	46
Figura 05: Dieta alimenticia de la trucha.....	57
Figura 06: Lactuca sativa antes y después del proyecto.....	57

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 01: Concentración de nitrato mg/l.....	50
Gráfico 02: Concentración de amoníaco mg/l.....	51
Gráfico 03: Oxígeno disuelto mg/l.....	52
Gráfico 04: pH unidad.....	53
Gráfico 05: Temperatura	54
Gráfico 06: Estanque de producción de trucha.....	55
Gráfico 07: Evolución de peso y talla de la trucha	56

RESUMEN

La tesis titulada “implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies 2019” tiene como objetivo Implementar un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019. Se presenta un alcance experimental, descriptivo, transaccional correlacional causal; los resultados obtenidos demuestran que la implementación de un sistema de recirculación acuapónico no mejora la calidad de agua de los estanques de producción de trucha por que ciertos parámetros químicos del agua como el oxígeno disuelto no se presenta de manera óptimo, disminuye su nivel conforme pasa el periodo del tiempo.

Palabra clave: Sistema acuapónico, calidad de agua y estanque de producción de trucha.

ABSTRACT

The thesis entitled "Implementation of an aquaponic recirculation system with (*Lactuca sativa*) to improve the water quality of a common trout production pond (*Oncorhynchus mykiss*) in the district of Punchao, province of Huamalies 2019" aims to implement a aquaponic recirculation system with (*Lactuca sativa*) to improve water quality in common trout production ponds in the district of Punchao, province of Huamalies, Huánuco 2019. A scope is presented experimental, descriptive, causal correlational transactional; The results obtained show that the implementation of an aqua-recirculation system does not improve the water quality of trout production ponds because certain chemical parameters of water such as dissolved oxygen do not occur optimally, their level decreases as the period of time.

Keyword: Aquaponic system, water quality and trout production pond.

INTRODUCCION

La tesis titulada “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUAPÓNICO CON (Lactuca sativa) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE UN ESTANQUE DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA COMÚN (Oncorhynchus mykiss) EN EL DISTRITO DE PUNCHAO, PROVINCIA DE HUAMALIES 2019” se realiza con el objetivo de implementar un sistema de recirculación acuapónico con (Lactuca sativa) para mejorar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalties; en la actualidad los temas relacionados a generar eficiencia en los recursos hídricos es de mucha importancia porque son temas que conservan el estado del recurso, como por ejemplo la implementación de un sistema acuapónico para mejorar la calidad del agua es un tema importante porque permite aprovechar el agua de un estanque de producción de peces para cultivar vegetales acuático.

Con la finalidad de demostrar si este sistema mejora la calidad del agua de un estanque de producción de peces realizamos la presente investigación comenzando por:

CAPITULO I: Se formuló el planteamiento del problema de la tesis; comenzando por describir el problema, formulación del problema general y específico, objetivos generales y específico de la investigación, justificación conociendo su importancia y su valor teórico, limitaciones y viabilidad de la investigación.

CAPITULO II: Se planteo el marco teórico con la finalidad de analizar los estudios realizados por otros investigadores el cual se genera un valor teórico

con enfoque internacionales, nacionales y locales, se describe las principales bases teóricas de acuaponía y calidad del agua, se define los términos conceptuales y se formula la hipótesis general y específico, variables y su operacionalización.

CAPITULO III: Se analizó la metodología de la investigación definiendo el enfoque, alcance y tipo de investigación: se determinó la población, muestra, técnicas e instrumentos de medición de las variables y las técnicas para la presentación de los datos.

CAPITULO IV: Se realizo el analisis y el procesamiento de la información recogida mediante analisis de los parámetros físicos y químicos del agua, se contrasta la hipótesis de la investigación para poder aceptar o rechazar cierta hipótesis.

CAPITULO V: Se realizó la discusión de los resultados de acuerdo a las conclusiones de las investigaciones internacionales, nacionales y locales, se realiza las recomendaciones y realiza una lista de marco de referencia sobre las fuentes de la investigación.

A continuación, el desarrollo de la presente investigación,

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los problemas en la actualidad se ven afectadas por la carencia de un sistema de producción eficiente. Son muchos los factores que interviene a la reducción de la productividad de las plantas como por ejemplo el cambio climático; todos los cultivos requieren de agua, generalmente las hortalizas ante tal situación, se desarrolla un sistema acuapónico de producción eficiente y natural.

La acuaponía es la combinación de dos sistemas de producción que son: la acuicultura tradicional, lo conocemos como la crianza de peces y la hidroponía que se conoce como la producción de plantas en el agua. La razón fundamental de este sistema es que las plantas produzcan mediante la absorción de abonos orgánicos de los peces (estiércol) generando la purificación del agua a tal punto que los abonos provenientes de los peces no se saturen y sea dañino para ellos mismo.

En el mundo el uso de un sistema acuapónico ha tomado mucha importancia debido a que sirve como una alternativa a los problemas ambientales. Un caso claro de un proyecto acuapónico está en china, donde se desarrolló un sistema de recirculación acuapónico en el lago Taihu, se sembró 4 hectáreas de arroz que genero impacto positivo en la

producción; el lago Taihu era usado para la crianza de peces y estos generaban disminución de la claridad del agua. Finalmente se mejoró la claridad del agua y se produjo arroz de primera todo esto a cero costos.

En El Salvador, el gobierno nacional a través del Ministerio de Agricultura impulsa el cultivo de planta y la crianza de tilapia a través del uso del sistema acuapónico. Se desarrolla talleres a empresas direccionadas al rubro de alimentos frescos y productores familiares para implementar este nuevo sistema innovador.

En México se desarrolla investigaciones para la implementación del sistema acuapónico en los desiertos del bajo california. Según Guzman, K. (2018) "Acuaponía, Industria que crece entre peces y plantas". Milenio,Portal web. Menciona que "la acuaponía nació en México, específicamente en Xochimilco hace más de 900 años, o al menos eso ha expresado el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), pues las chinampas son reconocidas como agroecosistemas tradicionales, en los cuales se puede obtener una variada cantidad de productos, lo que los convierte en un ejemplo de agricultura sostenible.", se sabe que existen diferentes estados de México, que desarrollan esta tecnología de muchos años mediante un sistema tradicional.

La acuaponía es un sistema que se encuentra en crecimiento en todo el mundo, uno de las razones

fundamentales que los países implementan este sistema es la limitación del agua, muy aparte de la contaminación del agua que es un problema social muy serio.

En el Perú, un grupo de estudiantes de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo de Lambayeque, han desarrollado un proyecto que lo denominaron Inti Muya.

El cultivo de hortalizas a campo abierto en el Perú es una actividad muy riesgosa, debido a las condiciones climatológicas adversas que soportan muchas regiones en el Perú. Los problemas que se generan por factores climatológicos son las granizadas, heladas y el incremento de la temperatura de la tierra. Ante esta situación adversa del clima que reduce considerablemente la producción de alimentos, que a su vez genera escasez en las zonas rurales se desarrolló el proyecto Inti Muya.

Los beneficios de este sistema esta propuesto lograr índices altos de productividad y bioseguridad, reduciendo los costos de operación al mínimo y logrando ciclos de cultivo mínimos.

En la región Huánuco todavía no se ha desarrollado el sistema acuapónico, para la producción de plantas. Dada la situación existente, nos motivamos a investigar y desarrollar el sistema acuapónico en nuestra región, como una alternativa para la purificación del agua mediante el cultivo de plantas.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejorara la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?

1.2.2. Problemas Especificos

¿El diseño del sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejorara la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?

¿Cuáles serán las concentraciones de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?

¿Cuáles serán los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?

1.3. Objetivo General

Implementar un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua en los

estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, Huánuco 2019.

1.4. Objetivos Específicos

Diseñar un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, Huánuco 2019.

Determinar la concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, Huánuco 2019.

Determinar los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, Huánuco 2019.

1.5. Transcendencia y justificación de la investigación

1.5.1. Transcendencia de la Investigación

La presente investigación permite evaluar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha mediante uso del sistema de recirculación acuapónico. La investigación va generar conocimientos y alternativas de solución a los problemas del cambio climático mediante la crianza

de truchas y producción de plantas acuáticas en diferentes lugares de la región Huánuco.

1.5.2. Justificación de la Investigación

Valor teórico: La investigación permitirá ampliar los conocimientos teóricos y prácticos sobre el uso del sistema de recirculación acuapónico para mejorar la calidad de agua en los estanques de producción de peces, generando desarrollo para las familias.

Utilidad Metodológica: Para el desarrollo de la presente investigación se aplican las metodologías de investigación requeridas por la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco y la medición de los parámetros correspondientes a la presente investigación.

Relevancia: La presente investigación es importante porque en la actualidad existen muchos problemas a consecuencia del cambio climático que genera sequía e inundaciones, el uso de un sistema de recirculación acuapónico va permitir desarrollar la producción de plantas que requieren de mucha agua y la producción de peces que mediante sus deposiciones actuara como abono orgánico a la planta y la planta absorberá y purificará el agua para beneficios de los peces.

1.6. Viabilidad de la Investigación

Se dispone de conocimientos teóricos y prácticos, relacionado con el presente estudio, que son necesarios e importantes para el desarrollo de la investigación.

Para la investigación se cuenta con guías prácticas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de la información que se utilizara en el distrito de Punchao, provincia de Huamalties, con coordenadas UTM-WG584, Este 300450.17, Norte 8953803.87, Altitud 3586 msnm.

Tabla 01

Coordenadas UTM – WGS84

COORDENADAS UTM - WGS84			
Vértice	Este	Norte	Altitud (msnm)
V0	300450.17m	8953803.87m	3586
V1	300424.87m	8953809.56m	3587
V2	300459.09m	8953822.43m	3590
V3	300448.82m	8953783.33m	3583
V4	300477.05m	8953789.19m	3587

Fuente: Datus obtenidos a través de google Hetrn pro..

1.7. Limitaciones de la Investigación

La limitación que se presenta para el desarrollo de la investigación es la carencia de equipos necesarios para tomar valores físicos y químicos del agua en los estanques de producción de peces en todo el sistema de recirculación acuapónico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Internacionales

En Colombia Hernández, L. (2017), investiga “**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)**”, Realizado por la Universidad Nacional de Colombia, facultad de ingeniería, con el **objetivo** de Desarrollar un sistema acuapónico automatizado de tipo tradicional y doble recirculación en cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus*) y Lechuga Crespa (*Lactuca sativa*). (p.22)

Los **resultados** obtenidos generados fue un incremento de la calidad del agua que mejoro la producción de Tilapia Roja y a su vez mejoro la calidad de la lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

En **conclusión**, se evidencio que el sistema acuapónico de doble recirculación junto a un control de las variables fisicoquímicas y ambientales permite obtener buenos resultados de rendimiento en los sistemas acuapónico comparándolo con los sistemas tradiciones. (p.106).

En Colombia, Rodríguez, O. (2016). Investiga “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MICROSISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO AUTOMATIZADO**”, Universidad de los Llanos, Tesis para optar al título de Ingeniero Electrónico, la investigación tiene como **objetivo** diseñar e implementar un prototipo de microsistema de cultivo acuapónico automatizado para los sistemas de recirculación y filtrado de agua que permita de manera efectiva la detección de amonio y nitrato combinados presentes en la materia orgánica de un cultivo acuapónico, y su incidencia en los procesos de mineralización y oxigenación del agua, para preservar las condiciones de vida de peces y plantas de dicho cultivo. (p.12).

Los **resultados** de las pruebas de operación del prototipo de cultivo acuapónico registraron cuál es la velocidad de la bomba más efectiva para retener el material articulado de la materia orgánica en el biofiltro. (p.32).

En Veracruz Juárez, L. (2016) investiga “**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA TILAPIA GRIS ORECHROMIS NILOTICUS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO.**” Universidad veracruzana, tesis para especialización en gestión e impacto ambiental, se realiza con el **objetivo** de evaluar los parámetros biológicos (sobrevivencia, tasa de crecimiento, tasa de conversión alimenticia) de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) mediante la implementación de un sistema

acuapónico en comparación con un sistema convencional (p.20).

Se **concluye** que los parámetros fisicoquímicos registrados en ambos tratamientos estuvieron en las condiciones óptimas para el crecimiento de las tilapias, así mismo dichos factores influyeron en el desarrollo de los vegetales trasplantados en los dos tipos de sistemas acuapónico. El sistema con cama con sustratos aportó los mejores resultados al cosechar tomate y chile, mientras que en el sistema NFT los vegetales trasplantados no obtuvieron un buen desarrollo y solo se logró cosechar dos acelgas (p.40).

2.1.2. Nacionales

En Pucallpa Pilco, J. (2015). Investiga **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA DE *Piaractus brachypomus* “PACO” EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO SUPERINTENSIVO, EN EL IESPPB, 2015.”** Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, tesis para optar el título profesional agroforestal acuícola, la investigación se realiza mediante el **objetivo:**

Evaluar el efecto de dos densidades de siembra, en el comportamiento productivo de *Piaractus brachypomus* “Paco”, en un sistema acuapónico superintensivo (16).

La investigación tiene las siguientes **conclusiones:**

La calidad de agua en el sistema acuapónico superintensivo, se mantuvo ligeramente dentro del rango deseable para la especie. (p.70)

El comportamiento productivo de *Piaractus brachypomus* "Paco", en un sistema acuapónico superintensivo, demostró diferencia significativa entre tratamiento. El tratamiento más productivo fue el T1, porque presentó mejor conversión en relación al T2. (p.70)

En Lima Vargas, A. (2017). Investiga "**USO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUAPÓNICO PARA CONSERVAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS ESTANQUES DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA (OREOCHROMIS NICOTICUS) DE LA EMPRESA LIMA VÍAS EXPRESS, CHORRILLOS-LIMA**", Universidad Cesar Vallejo, Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, los **objetivos** que se presenta es de determinar si el sistemas de recirculación acuapónico conserva la calidad agua de los estanques de producción de tilapia (*Oreochromis nicoticus*) en comparación de los sistemas de recirculación simple en el distrito de Chorrillos, Lima. (p.29).

se **concluye** que los sistemas de recirculación acuapónico cumplieron con una concentración aceptable de amonio en el agua. Los niveles de nitrato entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces por lo que

el sistema de recirculación acuapónico cumplió y se encuentran en el rango tolerable de este compuesto a diferencia de los sistemas de recirculación simple (p.73).

2.1.3. Locales

En la región Huánuco no se presentan estudios o trabajos relacionados al tema de investigación.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistema de recirculación acuapónico

El sistema de recirculación acuapónico está constituido por la integración de dos sistemas; el sistema acuícola que se refiere a la crianza de peces y el sistema hidropónico que es el cultivo de plantas acuática o de plantas que requieren de mucha agua para su supervivencia.

Según, Muñoz, M. (2012) en su informe técnico “El sistema de recirculación acuapónico” (p.125). El sistema de recirculación acuapónico requiere de ciertos dispositivos de control para su funcionamiento; todos los dispositivos están conectados entre sí, empezando por el tanque de peces que viene a ser los organismos acuáticos, seguido por un clasificador donde se eliminan la mayor parte de partículas disueltas tanto grandes como pequeñas, luego pasa por un biofiltro que tendrá la función de acumular las bacterias convirtiendo el amonio en nitrito y el nitrito en nitrato pasando por un sistema de camas dando lugar al componente hidropónico donde las plantas absorben los nutrientes, lo

purifican llegando a un sumidero donde mediante la gravedad o un sistema impulsador de líquido regresa a los tanques de peces, así sucesivamente.

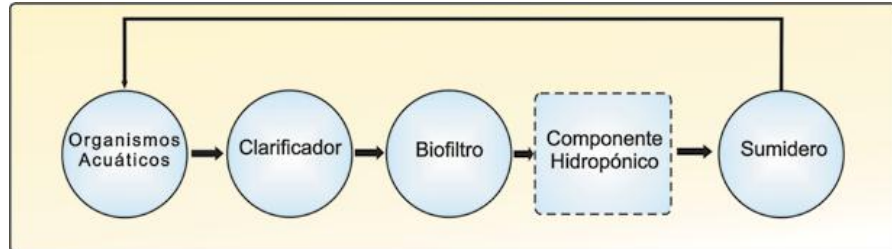


Figura 01: Componentes de un sistema de recirculación acuapónica (Muñoz, M. (2012)).

- **Mantenimiento del sistema de recirculación acuapónico.**

Según Muñoz, M. (2012) para el mantenimiento del sistema de recirculación acuapónico se deben de considerar los siguientes aspectos:

- Se deben realizar revisiones semanales del comportamiento de las variables fisicoquímicas, en especial el pH y los compuestos nitrogenados presentes en el agua.
- Las tuberías deben revisarse y repararse en caso de poseer bloqueos.
- En el caso de las bombas y oxigenadores, la principal actividad de mantenimiento es conservar limpias las partes y en el caso de las bombas, mantenerlas libres de residuos que queden atrapados dentro de los filtros.

- Según sea el tipo de sistema escogido, el mantenimiento
- en las camas de crecimiento de plantas puede ser muy sencillo o laborioso.
- También se debe constatar si las plantas o los peces presentan síntomas de ataques de parásitos o enfermedades. Se recomienda que las personas que estén a cargo del mantenimiento del sistema de recirculación acuapónico sepan identificar parásitos y/o enfermedades en los peces.
- **Plantas adaptadas al sistema de recirculación Acuapónico.**

Muñoz en su informe técnico menciona que se puede cultivar más de 30 plantas mediante el sistema de recirculación acuapónico, esto va depender de la cantidad de los peces que se cría en los estanques y de la cantidad de nutrientes que ellos proporcionaran.

Las plantas que se han cultivado y se han adaptado perfectamente en el sistema de recirculación acuapónico son: La lechuga, la espinaca, las cebollas y las albahacas tienen bajos a medios requerimientos nutricionales y están bien adaptadas a los sistemas de recirculación de acuaponía. Por otra parte, las plantas que producen frutos como los tomates, los pimientos y

los pepinos, tienen una mayor demanda nutricional y se desarrollan mejor en sistemas acuapónico más complejos.

- **Peces adaptados al sistema de recirculación acuapónico.**

Muñoz, M. (2012) en su informe técnico nos afirma que existe una gran cantidad de especies de peces dulceacuícolas, tanto de agua fría como templada, que están adaptadas a los sistemas de recirculación acuapónico. Entre ellos son: tilapia (*Oreochromis niloticus*); híbridos de tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum* X *Oreochromis mosambicus*); carpa (*Cyprinus carpio*); híbridos de carpa (*Ctenopharyngodon idella* X *Aristichthys nobilis*); goldfish (*Carassius* sp.) (Selock, 2003 citado por Muñoz, M (2012)) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (Adler et al., 2000 citado por Muñoz, M. (2012)). También se han utilizados algunas especies de crustáceos como *Cherax quadricarinatus* (Diver, 2006 citado por Muñoz, M. (2012)). No obstante, la tilapia es uno de las especies acuícolas que más se utilizan en un sistema de recirculación acuapónico, la tilapia crece muy bien en tanques de recirculación y además tolera las condiciones fluctuantes del agua, tales como el pH,

la temperatura, el oxígeno y los sólidos disueltos (Turkmen y Guner, 2010 citado por Muñoz, M. (2012)).

- **Balance del sistema de recirculación acuapónico.**

Según Candarle, P. (2014), Centro Nacional de desarrollo Acuícola (CENADAC), “*Técnicas de acuaponía*” p.15. Afirma que es importante mantener un balance de cargas en las tres principales comunidades presentes en el sistema acuapónico: peces, plantas y bacterias.

El balance entre los 3 componentes de la acuaponía proporcionara un equilibrio dinámico que garantizara el éxito en el sistema.

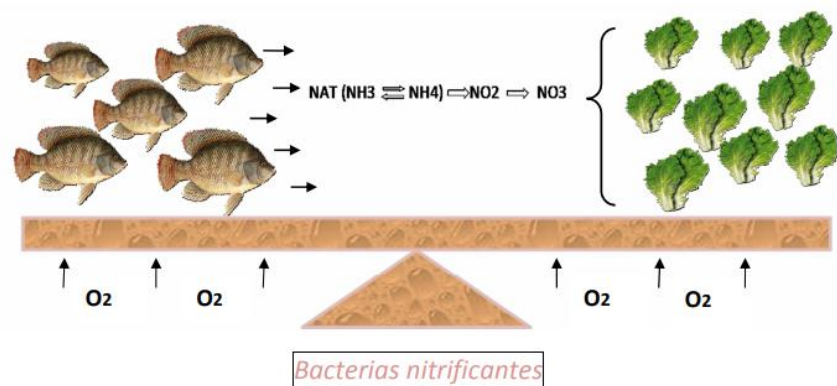


Figura 02: sistema balanceado entre peces, plantas y bacterias nitrificantes. (Somerville, 2014).

Para mantener un sistema acuapónico equilibrado se requiere una tasa de alimentación proporcionada en los peses.

Según Candarle, P. (2014), las alimentaciones proporcionadas a los peces dependen de varios factores, las principales son:

- Capacidad a la que funcionará el sistema
- Método de producción seleccionado (escalonado o por lote)
- Tipo de pez a cultivar y hábitos alimentarios (cantidad de proteínas requeridas)
- Tipos de vegetales a cultivar.

Algunas tasas orientativas recomendadas por (Somerville, (2014) citado por Candarle, P (2014)) son las siguientes:

- Para 1m o 2 de cultivos de hoja (lechugas, acelgas, rúcula, etc es 40/50 gr de alimento/día.
- Para 1m o 2 de cultivos de frutas (tomates, pepinos, frutillas, etc es 50/80 gr de alimento/día.

- **Ventajas y desventajas de los sistemas de recirculación acuapónico.**

Muñoz, M. (2012) en su informe técnico “El sistema de recirculación acuapónico”, (p.127). nos menciona diversas ventajas y desventajas de utilizar el sistema de recirculación acuapónico.

Entre sus ventajas se encuentra lo siguiente:

- Los sistemas de recirculación acuapónico son un medio eficaz para reducir y aprovechar los residuos que normalmente son vertidos al ambiente.

- Debido a que las plantas recuperan un porcentaje sustancial de los nutrientes disueltos, la tasa de intercambio de agua se puede disminuir. Esto reduce los costos de operación en los sistemas acuapónico en los climas áridos y los invernaderos con calefacción donde el agua representa un gasto importante.
- La rentabilidad es una de las principales preocupaciones cuando se considera el uso de un sistema de recirculación. A menudo estos sistemas son caros de construir y de operar. Sin embargo, mediante la incorporación de un cultivo secundario de plantas, que recibe la mayoría de los nutrientes necesarios sin costo adicional, el beneficio del sistema de cultivo puede mejorar.
- Las plantas utilizadas en el sistema acuapónico purifican el agua de cultivo y, con un adecuado diseño, pueden eliminar la necesidad de biofiltro separados y costosos. Es así como en sistemas de acuaponía, el componente hidropónico puede proporcionar biofiltración suficiente para el cultivo de organismos acuáticos y por lo tanto evitar el costo de compra y operación de un biofiltro separado.

Las principales desventajas del sistema de recirculación acuapónico son:

- La proporción entre el área de cultivo de plantas y el área superficial para la cría de los organismos acuáticos. La proporción para el cultivo de las plantas que se necesita para lograr un sistema equilibrada son los niveles de nutrientes que se mantengan relativamente constantes.
- Los sistemas de producción acuapónico deben utilizar métodos de control biológico en lugar de pesticidas para proteger las plantas de plagas y enfermedades. Esto se debe a que los químicos empleados en la producción normal de plantas pueden alterar las características del agua y por ende afectar el componente acuático utilizado en el sistema.

2.2.2. Calidad de agua para producción de peces.

Según Candarle, P. (2014), Centro Nacional de desarrollo Acuícola (CENADAC), "*Técnicas de acuaponía*" p.17. La calidad de agua es importante en el sistema acuapónico dado que el agua, provee la macro y micro nutrientes a los vegetales de cultivo, y es el medio por el cual los peces reciben además el oxígeno y donde emiten sus excreciones que luego se depurarán. Los 5 principales parámetros que

definen la calidad del agua en un SRA son: temperatura, oxígeno disuelto, pH, compuestos nitrogenados y alcalinidad.

Cada uno de los parámetros físicos y químicos que tiene el agua influye directamente en los componentes que tiene el sistema (peces, plantas y bacterias).

Tabla 02:

Rango de calidad de agua para peces (aguas cálidas y aguas frías); plantas y bacterias nitrificantes.

Tipo de organismo	Temp. (°C)	pH	NAT (mg/l)	N02(mg/l)	N03(mg/l)	OD(mg/l)
Peces aguas cálidas	22-32	6-8.5	<3	<1	<400	4-6.0
Peces aguas frías	10-18.0	6-8.5	<1	<0.1	<400	6-8.0
Plantas	16-30	5.5-7.5	<30	<1		>3
Bacterias nitrificantes	14-34	6-8.5	<3	<1		4-8.0

Fuente: "Somerville (2014) citado por Candarle, P. (2014), p.17"

Elaboración: Propia

- **Temperatura.**

La temperatura es un factor muy importante porque va determinar el metabolismo de los peces, que influirá en su crecimiento.

Según Candarle, P. (2014), el descenso de las temperaturas, al perder potencial el crecimiento de los peces, se producirá un desbalance económico dentro del sistema, el que podría además ser inadvertido, al perder rentabilidad el componente de producción piscícola, sin atisbarse la pérdida real en el sistema integrado.p.18.

- **Oxígeno disuelto.**

Candarle, P. (2014), menciona que el oxígeno disuelto es el parámetro químico que incide en forma determinante sobre la calidad del agua, dado que, en su ausencia, es cuando más rápidos y drásticos efectos produce (los peces pueden morir en horas), así como también a bajas concentraciones, puede disminuir considerablemente el proceso de nitrificación, no llegando a completarse.

La concentración alta de oxígeno en el agua es de vital importancia para la sobrevivencia de los peces, plantas y bacterias.

- **pH**

Candarle, P. (2014) Sostiene que el pH, es a medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua (H^+). Se presenta en una escala logarítmica negativa (mayores valores=menores concentraciones de H^+), con valores que van en una escala del 1 al 14. Al ser la escala de tipo logarítmica, cada punto de diferencia representa concentraciones 10 veces mayores o menores; 2 puntos 100 veces, 3 puntos 1000 veces, y así sucesivamente. El punto medio, valor 7, se considera neutral ($H^+=OH^-$), los valores menores representan acidez ($H^+>OH^-$) y los valores mayores, basicidades ($H^+<OH^-$). p.19.

2.3. Definiciones Conceptuales

Tanques para alojamiento de los peces -. Son unidades de alojamiento de peces para su desarrollo y producción de las mismas.

Tanques clarificadores -. Son unidades o compartimentos que utilizan las propiedades físicas del agua, separando las partículas gruesas o sólidos, que se acumulan dentro del circuito. Estos sólidos, muestran un papel fundamental dentro de los sistemas acuapónico, al estimular la mineralización e incrementar los niveles de ciertos nutrientes esenciales para el crecimiento de los vegetales (Candarle, 2014)

Biofiltro-. Son filtros biológicos, son dispositivos que eliminan una amplia gama de compuestos contaminantes desde una corriente de fluido mediante un proceso biológico (Millán, 2018)

Acuaponía-. Es un sistema de producción sostenible de plantas y peces que combina la acuicultura tradicional, que es la cría de animales acuáticos como peces, con la hidroponía, cultivo de plantas en agua en un medioambiente simbiótico (Sánchez. 2017)

Medio ambiente-. El medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos y biológicos externos con los que interactúan los seres vivos y esta generalmente conformado por la tierra, el agua, el aire, la flora y fauna.

Agrícola- Agrícola se define derivando a la agricultura como una actividad subsistente del ser humano.

Política ambiental- Es el desarrollo de objetivos con fines para mejorar el medio ambiente, conservar los principios naturales de la vida humana y fomentar un desarrollo sostenible.

Biodiversidad- La biodiversidad está definida como la variabilidad de flora y fauna en el ecosistema.

Temperatura- La temperatura es una magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente, por ejemplo, se mide la temperatura de la tierra por ello se confirma el incremento de su temperatura. (CENADAC, 2013)

Sequía- La sequía es una anomalía climatológica que se produce a consecuencia del cambio climático transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de lo habitual de un área geográfica.

Hidroponía -. Es un método utilizado para cultivar plantas mediante un sistema que conlleva a disoluciones minerales en vez de suelo agrícola (CENADAC, 2013)

Recirculación- Es el proceso circular del agua. En el presente trabajo la recirculación acuapónica se realiza de un estanque de peces a un sistema de cultivo de planta filtrando el agua para luego volver al estanque (CENADAC, 2013)

Trucha- son una variedad de peces de la subfamilia Salmoninae, dentro de la familia de los salmónidos.

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Hi: La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Ho: La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

2.4.2. Hipótesis Especificas

Hi1: El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hio: El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hi2: La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el

distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Ho2: La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha no mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hi3: Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hi0: Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha no mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

2.5. Sistema de Variables

2.5.1. Variable Independiente

Sistema de recirculación acuapónico

2.5.2. Variable Dependiente

Calidad de agua en la producción de peces

2.6. Operacionalización de Variables

Título: “Implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies; Huánuco 2019”

Tesista: Bach. NIETO TRUJILLO, Dennis

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición	Instrumento
Independiente: Sistema de recirculación acuapónico	Es la integración de dos sistemas; el sistema acuícola que se refiere a la crianza de peces y el sistema hidropónico que es el cultivo de plantas acuática.	Para su funcionamiento el sistema de recirculación acuapónico requiere de ciertos elementos como: Estanque de producción de peces, sedimentador, biofiltro y un componente hidropónico	Infraestructura	- Dimensión	- m	Nominal	-Termómetro ambiental.
			- Estanque de producción de peces	- Volumen	- m^3		- Medidor de PH
			- Sedimentador	- Volumen	- l	Nominal	- Papel tornasol
			- Biofiltro	- Volumen	- l	Nominal	- Pruebas de laboratorio.
			- Componente hidropónico	- Cantidad	- Unidad		
				- Plantas	- Unidad	Nominal	
				- Dimensiones	- m		
Dependiente: Calidad de agua de producción de peces	Cuando el agua provee lo suficiente macro y micro nutrientes a los peces	La calidad de agua está compuesta por parámetros físicos y químicos.	Parámetros químicos	- Amonio	- PPM	Nominal	- Multiparámetros
				- Nitrato	- PPM		
- Oxígeno disuelto	- PPM						
- PH (7.5 Optimo)	- Intervalo (0 - 14)						
			Parámetros Físicos	- Temperatura	- °C	Nominal	

Fuente: Bach. Nieto, 2019

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de nivel **aplicada**, según Hernández (2014), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, para resolver un determinado problema o planteamiento específico, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. La investigación aplicada permitirá conocer las causas, efectos o incidencias de una variable hacia otra a través de la aplicación de conocimientos adquiridos de la realidad. (p.16)

En la investigación se conocen los conocimientos teóricos desarrollados sobre el sistema de recirculación acuapónico y la calidad de agua de los estanques de producción de trucha común del distrito de Punchao.

3.1.1. Enfoque de la Investigación

Según, Hernández, R. en su libro “Metodología de la investigación” (2014), la presente investigación tiene rasgos **cuantitativo**, el investigador recolectará ciertas alternativas a determinadas muestras, fenómenos, participantes en la investigación y se analizará mediante procedimientos estadísticos (p.38).

De la misma forma se recolectará información mediante muestras de las determinadas variables para luego analizarlas. Por ejemplo, se analizará los parámetros físicos y químicos del agua del sistema de recirculación acuapónico para evaluar sus efectos con la finalidad de llegar a una conclusión.

3.1.2. Alcance o nivel de Investigación

La presente investigación es de **nivel Explicativo**.

“Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian.”
(Hernández. (2014). p.89)

Para el presente estudio, se explicará las causas del comportamiento de la calidad de agua mediante pruebas físicas y químicas mediante el uso del sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*).

3.1.3. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es **experimental**,

“la investigación experimental es aquella que se realiza con manipulación deliberadamente las variables”. (Hernández, 2016. p.126).

Para el estudio se manipulará las variables independientes con la finalidad de obtener el nivel

óptimo de agua para la supervivencia de los peces y mejora en la producción de lechuga.

Es **transaccional o transversal** por que las observaciones se determinan en un momento determinado con el propósito de describir y analizar el comportamiento que presentan. Es de tipo **correlacional – causal** porque son diseños que describen relación entre dos o más variables en un momento determinado, Hernández, R. (2016). Para el presente estudio se relacionará el sistema de recirculación acuapónica con la calidad de agua para la mejora de la producción de peces en el distrito de Punchao.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Se entiende por población, Según Arias, F. (2006), Introducción a la metodología científica. (5º. ed.) Caracas – Venezuela." Al conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio". (Arias, 2006. p. 81).

Para el presente estudio se tomará como población un total de 30 truchas existentes en el tanque de producción.

3.2.2. Muestra

Hernández (2016), menciona que la muestra es “El conjunto de elementos que representan a una población “(p.176).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (2014) afirma que en un estanque de producción de trucha de 1 metro cubico la cantidad de trucha entre alevinos, juveniles y engorde(adultos) debe haber un promedio de 60 truchas.

Para el presente estudio, teniendo como referencia el tamaño de la muestra es de 900 litros de agua de un estanque de producción de trucha circular con 30 truchas engorde (adultos).

Tabla 04:

Ubicación del área de muestra

COORDENADAS UTM - WGS84			
Vértice	Este	Norte	Altitud (msnm)
V0	300450.17m	8953803.87m	3586
V1	300424.87m	8953809.56m	3587
V2	300459.09m	8953822.43m	3590
V3	300448.82m	8953783.33m	3583
V4	300477.05m	8953789.19m	3587

Fuente: Datus obtenidos a través de google Herten pro.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Galán (2009) definió las técnicas e instrumentos como:

Una infinidad de métodos a fin de compendiar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. (p.45)

Para el desarrollo y análisis de los resultados se utilizará como instrumento de recolección de información el monitoreo constante al sistema de recirculación acuapónico mediante el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique o Técnica de Film de Nutrientes) , que consiste:

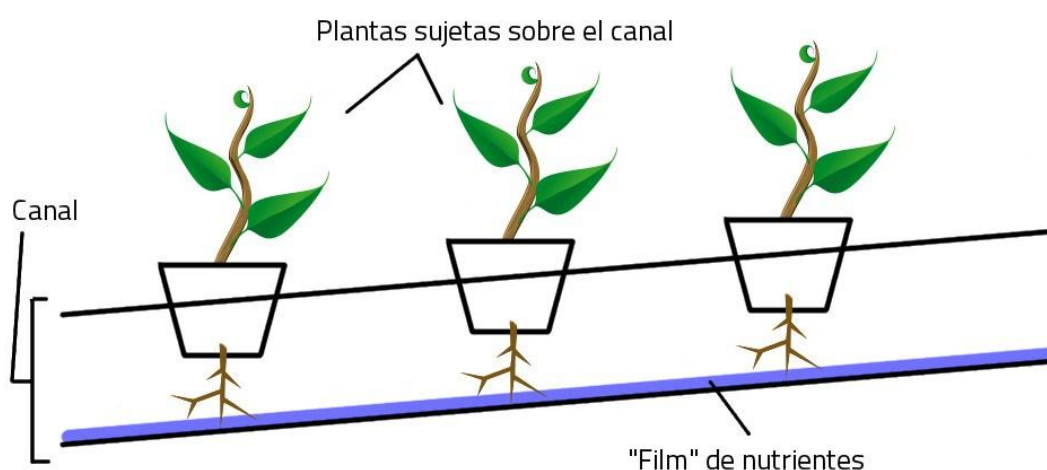


Figura 03: sistema NFT: Plantas sujetas al canal (Bastarrechea, M. (2017)).

INTAGRI S.C. (2017). portal web. Afirma que este sistema se basa en la recirculación permanente de una lámina fina de solución nutritiva que permita tanto la oxigenación de las raíces, como el aporte de nutrientes y agua al cultivo. Esta lámina, idealmente no debería alcanzar una altura superior a 5 mm, para así favorecer la aireación de la solución y de las

raíces. No obstante, se ha implementado sistemas NFT, especialmente al usar lana de roca o turba, en la etapa inicial la altura de la solución puede ser hasta de 2 cm, con el fin de mejorar la remoción de exudados de las raíces a pesar de una menor aireación lograda.

INTAGRI S.C. (2017). Menciona que las plantas cultivadas en NFT obtienen oxígeno de la solución nutritiva y de la superficie radical expuesta a la atmósfera dentro de los canales de cultivo. Las especies hortícolas demandan de forma diferenciada mayor o menor concentración de oxígeno disuelto en la solución nutritiva. Así, por ejemplo, en el cultivo de pepino existe un mayor consumo de oxígeno que el de tomate y lechuga, como a continuación se muestra:

Tabla 05:

Concentración de oxígeno en el sistema acuapónico NFT

Producto	Lechuga
Concentración de Oxígeno (ppm)	
Concentración de oxígeno en el tanque de almacén.	7.9
Concentración de oxígeno en la parte inicial de canales de cultivo.	6.7
Concentración de oxígeno en la parte media de canales de cultivo	6.4
Concentración de oxígeno en la parte final de canales de cultivo.	5.8
Consumo de oxígeno en el canal de cultivo.	2.1

Fuente: Morgan 2000 citado por INTAGRI S.C. (2017).

INTAGRI S.C. (2017). Señala que el flujo recomendado para esta técnica hidropónica de cultivo es de aproximadamente 2 litros por minuto, aunque el rango reportado por productores en esta técnica va de 1 a 4 L/minuto. Este caudal permite que las raíces de las plantas posean una oferta adecuada de oxígeno, agua y nutrientes. Sin embargo, a través del periodo de crecimiento del cultivo, el flujo de solución puede incrementarse debido al crecimiento de las raíces. La proliferación de las raíces dificulta el flujo de la solución nutritiva en cultivos de hortalizas de fruto, sin embargo, en lechuga y otras hortalizas, no se presenta tal inconveniente.

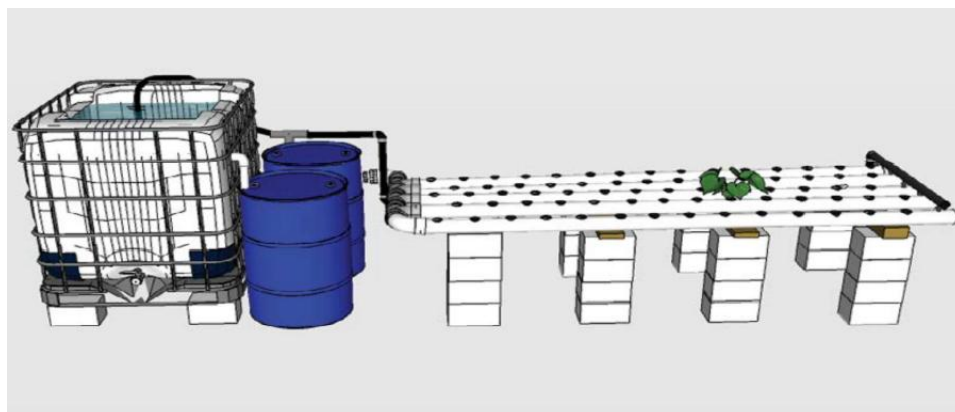


Figura 04: Sistema de aguas profundas o balsas flotantes (Somerville, (2014)).

Las pruebas de recojo de información de las variables se realizará cada semana, utilizando equipos especializados para su respectivo análisis.

Tabla 06:
Levantamiento de información

Día	Indicadores	Unidad de Medida
0, En el momento del funcionamiento del sistema acuapónico NFT	Concentración de nitrato Concentración de Amoniaco Oxígeno Disuelto pH Unidad Temperatura	mg/L mg/L mg/L pH C°
7, Etapa de crecimiento del componente acuapónico (Lactuca sativa, Trucha)	Concentración de nitrato Concentración de Amoniaco Oxígeno Disuelto pH Unidad Temperatura	mg/L mg/L mg/L pH C°
14, Etapa de desarrollo del componente acuapónico (Lactuca sativa, Trucha)	Concentración de nitrato Concentración de Amoniaco Oxígeno Disuelto pH Unidad Temperatura	mg/L mg/L mg/L pH C°
21, Etapa de madurez del componente acuapónico (Lactuca sativa, Trucha)	Concentración de nitrato Concentración de Amoniaco Oxígeno Disuelto pH Unidad Temperatura	mg/L mg/L mg/L pH C°

Fuente: *Bach. Nieto, 2019*

3.4. Técnicas para el Procesamiento y Analisis de la Información

Para el procesamiento de la información se realizó un análisis de la evolución de agua tomando en cuenta sus parámetros físicos y químicos, y fueron comparados con la calidad óptimas del agua en un sistema de recirculación acuapónico.

Se realizó los análisis estadísticos en base a los resultados de calidad de agua.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Procesamiento de datos

Tabla 07:

Análisis de resultado de calidad de agua

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	
			Salida	Entrada
1	Concentración nitrato	de mg/L	10	10
	Concentración Amoniacó	de mg/L	0,05ppm	<0,05ppm
	Oxígeno Disuelto	mg/L	4.90	5.10
	pH Unidad	pH	7	7
	Temperatura	C°	10	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 07 se muestra los resultados de los parámetros químicos y físicos del agua, se puede observar que la medición en la salida del estanque y la entrada con respecto al nitrato tienen un valor de 10 al igual que el amoniacó, pH y temperatura, solo existe una pequeña variación en los niveles de oxígeno disuelto, tiene un valor de salida 4.90 y entrada 5.10.

Tabla 08:

Análisis de resultado de calidad de agua

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	
			Salida	Entrada
7	Concentración nitrato	de mg/L	10	10
	Concentración Amoniacó	de mg/L	0,05ppm	<0,05ppm
	Oxígeno Disuelto	mg/L	5.96	6.13
	pH Unidad	pH	7	7
	Temperatura	C°	11	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 08 se muestra los resultados de los parámetros químicos y físicos del agua al día 7 después de su funcionamiento, se puede observar que la medición en la salida del estanque y la entrada

con respecto al nitrato tienen un valor de 10 al igual que el pH que tiene un valor de 7 y amoniaco, solo existe una pequeña variación en los niveles de temperatura, tiene un valor de salida 11 y entrada 10.

Tabla 09:

Analisis de resultado de calidad de agua

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	
			Salida	Entrada
14	Concentración nitrato	de mg/L	10	10
	Concentración Amoniaco	de mg/L	0,05ppm	<0,05ppm
	Oxígeno Disuelto	mg/L	4.46	3.91
	pH Unidad	pH	7	7
	Temperatura	C°	11	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 09 se muestra los resultados de los parámetros químicos y físicos del agua al día 14 después de su funcionamiento, se puede observar que la medición en la salida del estanque y la entrada con respecto al nitrato tienen un valor de 10 al igual que el pH que tiene un valor de 7, solo existe una pequeña variación en los niveles de temperatura que tiene un valor de salida 11 y entrada 10 y los niveles de oxígeno disuelto con un valor de salida de 4.46 y 3.91.

Tabla 10:

Analisis de resultado de calidad de agua

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	
			Salida	Entrada
21	Concentración nitrato	de mg/L	10	0
	Concentración Amoniaco	de mg/L	0,05ppm	<0,05ppm
	Oxígeno Disuelto	mg/L	4.67	3.84
	pH Unidad	pH	7	7
	Temperatura	C°	10	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 10 se muestra los resultados de los parámetros químicos y físicos del agua al día 21 después de su funcionamiento, se puede observar que la medición en la salida del estanque y la entrada con respecto al nitrato varían con 10 de salida y 0 de entrada al igual que el oxígeno disuelto de 5.96 a 6.13 mientras que las demás variables permanecen constantes.

- **Comportamiento de los parámetros físicos y químicos.**

Concentración de nitrato

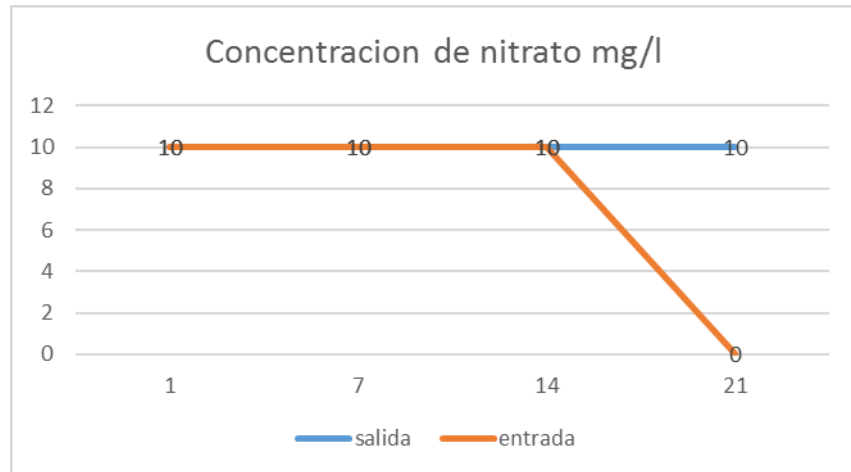
Tabla 11:
Concentración de nitrato mg/l

Días	salida	entrada
1	10	10
7	10	10
14	10	10
21	10	0

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 11 se muestra los resultados de la concentración de nitrato mg/l de los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que los valores son iguales en todas las mediciones solo en el día 21 en la entrada del agua se tiene un valor de 0.

Gráfico 01:



Fuente: Bach. Nieto 2019

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de los resultados, como se describió anteriormente es constante en todo el periodo de analisis, solo en la última prueba de entrada de agua es 0.

Concentración de amoniaco

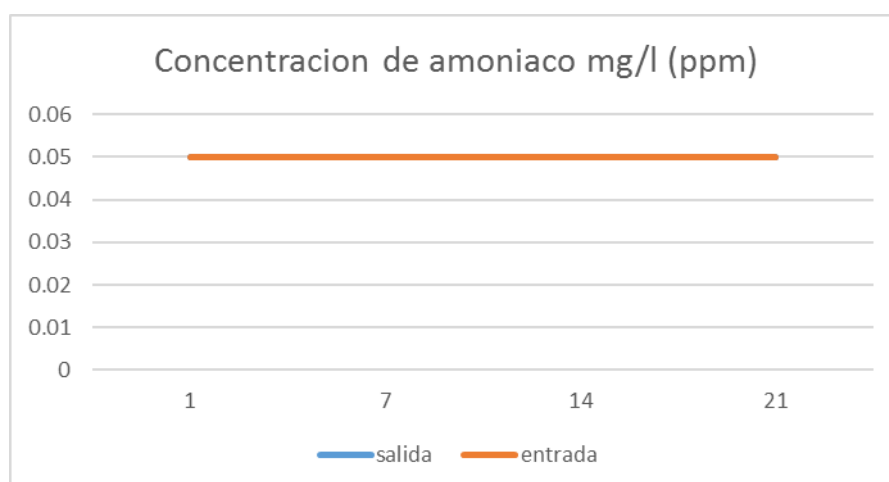
Tabla 12:
Concentración de amoniaco mg/l (ppm)

Días	salida	entrada
1	0.05	<0.05
7	0.05	<0.05
14	0.05	<0.05
21	0.05	<0.05

Fuente: Bach. Nieto 2019

En la tabla 12 se muestra los resultados de la Concentración de amoniaco mg/l (ppm) de los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que los valores son iguales en todas las etapas de medición.

Gráfico 02:



Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la gráfica 2 se muestra el comportamiento de los resultados de la concentración de amoníaco mg/l (ppm), se puede observar que es constante en todo el periodo de tiempo.

Oxígeno disuelto

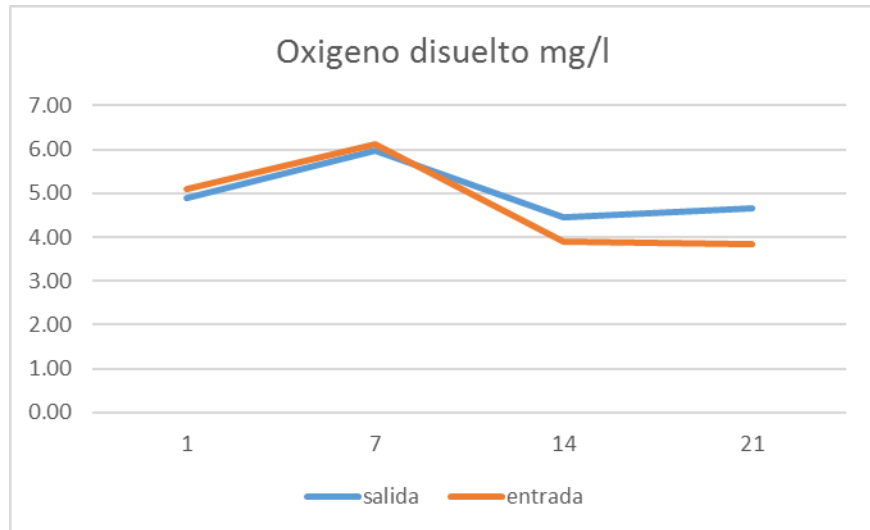
Tabla 13:
Oxígeno disuelto mg/l

Días	salida	entrada
1	4.90	5.10
7	5.96	6.13
14	4.46	3.91
21	4.67	3.84

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 13 se muestra los resultados de la Concentración de oxígeno disuelto mg/l en los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que el oxígeno toma valores diferente en cada uno de las etapas de medición.

Gráfico 03:



Fuente: Bach. Nieto 2019

En la gráfica 3 se muestra el comportamiento de los resultados del oxígeno disuelto mg/l, se puede observar que toma valores variables en cada muestra en todo el periodo de tiempo.

pH unidad

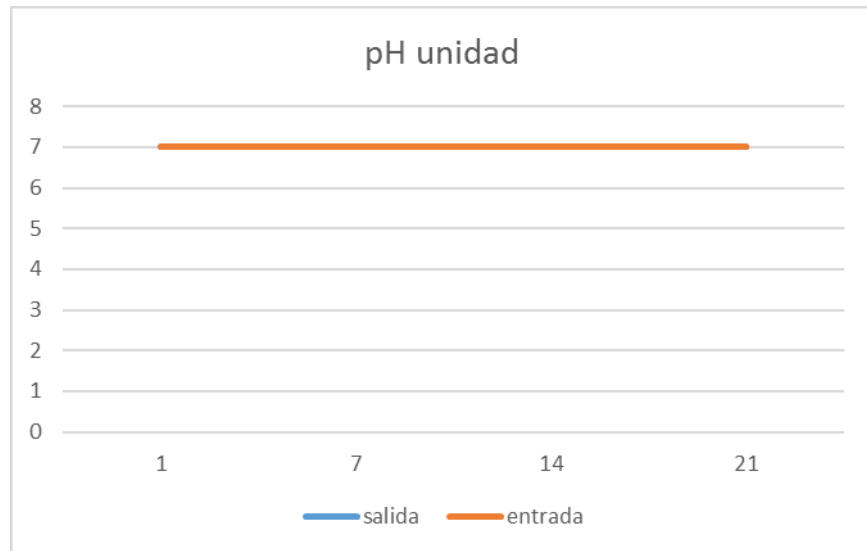
Tabla 14:
pH unidad

Días	salida	entrada
1	7	7
7	7	7
14	7	7
21	7	7

Fuente: Bach. Nieto 2019

En la tabla 14 se muestra los resultados el nivel de pH en los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que el pH toma los mismos valores en cada periodo de tiempo.

Gráfico 04:



Fuente: Bach. Nieto 2019

En la gráfica 4 se muestra el comportamiento de los resultados del pH, se puede observar que toma valores constantes en todo el periodo de tiempo.

Temperatura

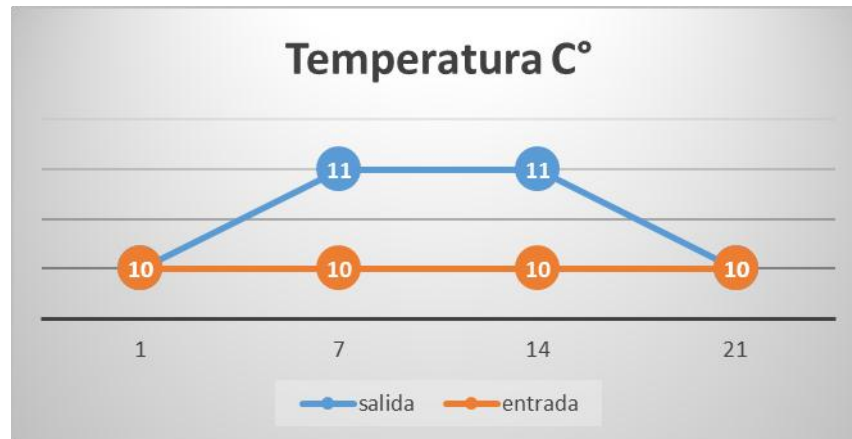
Tabla 15:
Temperatura C°

Días	salida	entrada
1	10	10
7	11	10
14	11	10
21	10	10

Fuente: Bach. Nieto 2019

En la tabla 15 se muestra los resultados el nivel de temperatura en los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que la temperatura toma el valor de 10 cuando el agua ingresa a los estanques de producción de truchas, mientras que cuando sale del estanque toma un valor variable entre 11 y 10.

Gráfico 05:



Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la gráfica 5 se muestra el comportamiento de los resultados de la temperatura del agua, se puede observar que cuando el agua ingresa al estanque de producción de trucha toma el mismo valor, mientras que cuando sale los valores son diferentes.

Análisis de agua en el estanque de producción de trucha

Se realizó el análisis de pH y temperatura en el estanque de producción de trucha.

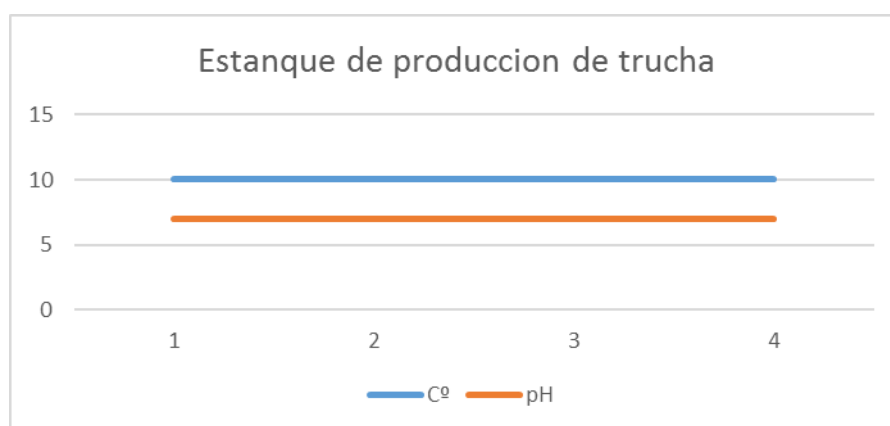
Tabla 16:
Estanque de producción de truchas

Día	C°	pH
1	10	7
7	10	7
14	10	7
21	10	7

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 16 se muestra los resultados el nivel de pH y temperatura en los días 1 al 21 con una medición en cuatro etapas cada 7 días, se observa que el pH y temperatura toma los mismos valores en cada periodo de tiempo dentro del estanque de producción de trucha.

Gráfico 06:



Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la gráfica 6 se muestra el comportamiento de los resultados de la temperatura y el pH dentro del estanque de producción de trucha, como se observa en el gráfico toma valores iguales y constantes.

Evolución de la trucha común en los estanques durante el periodo de estudio.

La siguiente tabla muestra la evolución de las truchas desde el inicio del proyecto hasta finalizar el proyecto:

Tabla 17:

Evolución de la producción de trucha

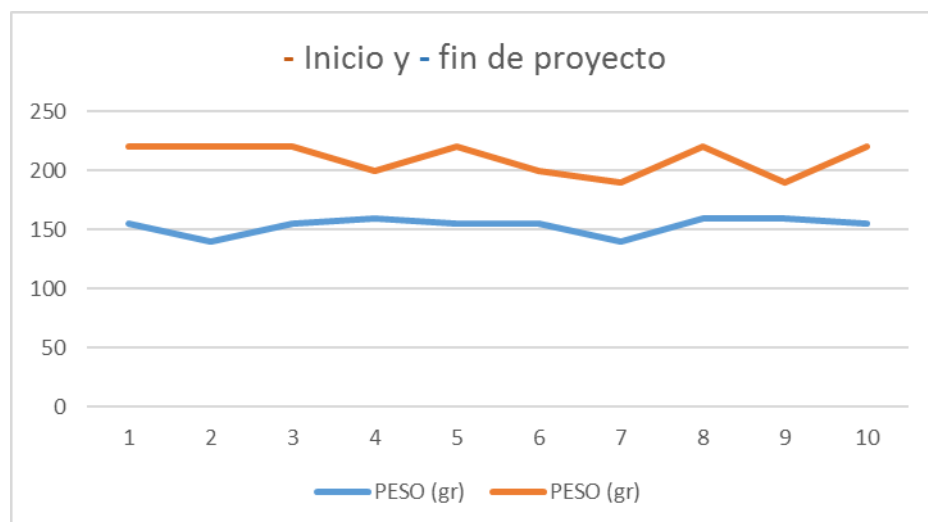
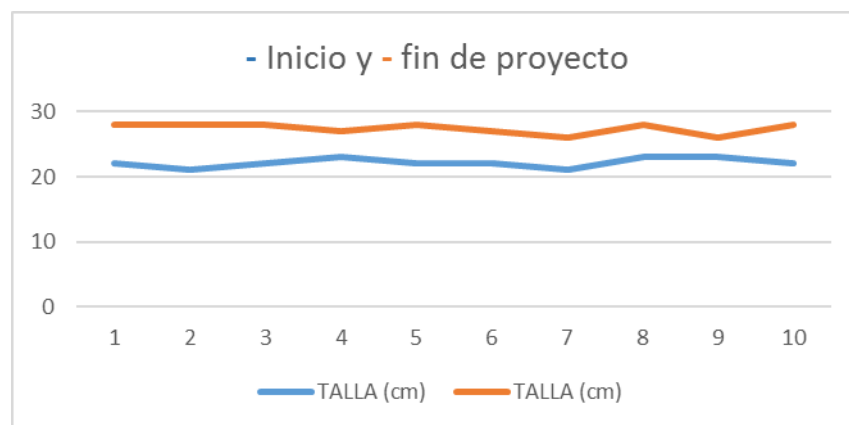
Nº	INICIO DEL PROYECTO		FIN DEL PROYECTO		VARIACION	
	TALLA (cm)	PESO (gr)	TALLA (cm)	PESO (gr)	TALLA (cm)	PESO (gr)
1	22	155	28	220	6	65
2	21	140	28	220	7	80
3	22	155	28	220	6	65
4	23	160	27	200	4	40
5	22	155	28	220	6	65
6	22	155	27	200	5	45
7	21	140	26	190	5	50
8	23	160	28	220	5	60
9	23	160	26	190	3	30
10	22	155	28	220	6	65

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

En la tabla 17 se muestra la evolución del peso y la talla al inicio y final del proyecto, se puede observar que la talla de las truchas se incrementado al final del proyecto de 3 a 7 centímetros, mientras que el peso de la trucha se incrementado de 30 hasta 80 gramos.

Grafica 07:

Evolución de peso y talla de la trucha



Fuente: *Bach. Nieto 2019*

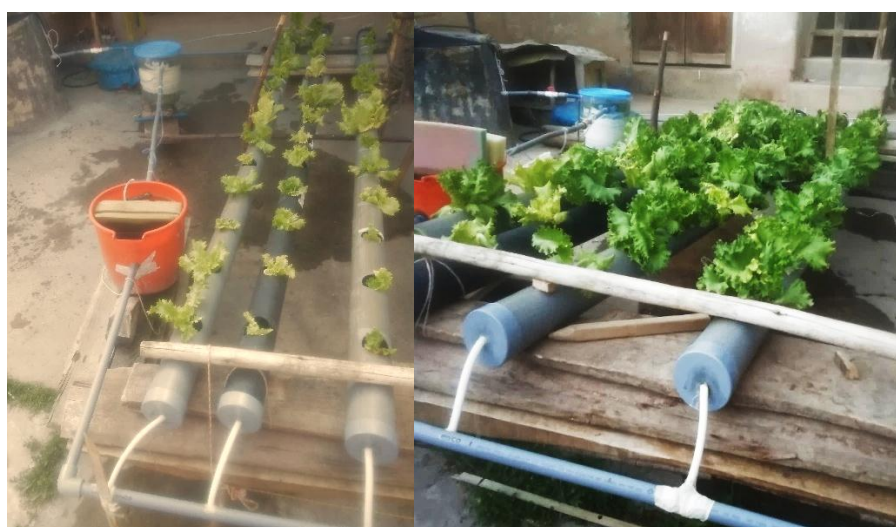
La dieta alimenticia de la trucha está conformada de manera diaria de 100 gr, es decir, 50 gr en la mañana y 50 gr en la tarde, dicha comida es truchas crecimiento tomasino extruido N°2, las imágenes se muestran a continuación:



Figura 05: *Dieta alimenticia de la trucha*

Evolución de Lactuca sativa al inicio y al final del proyecto

En la siguiente imagen se muestra el antes y después de la implementación el uso de la recirculación acuapónica con Lactuca sativa:



Antes (21 días)

Después (42 días)

Imagen 06: *Lactuca sativa antes y después del proyecto.*

4.2. Contrastación de Hipótesis y Prueba de hipótesis

De acuerdo a lo analizado, rechazamos o aceptamos las siguientes

hipótesis:

HIPOTESIS GENERAL

Hi: La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Ho: La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Tabla 18:

Calidad de agua de los estanques de producción de trucha

Día	Cº	pH	Amoniaco	Oxígeno disuelto	Nitrato
1	10	7	<0.05ppm	5.1	10
7	10	7	<0.05ppm	6.13	10
14	10	7	<0.05ppm	3.91	10
21	10	7	<0.05ppm	3.84	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

Según Candarle, P. (2016), Centro Nacional de desarrollo Acuícola (CENADAC), “*Técnicas de acuaponía*” p.17. La calidad de agua es importante en el sistema acuapónico dado que el agua, provee la macro y micro nutrientes a los vegetales de cultivo, y es el medio por el cual los peces reciben además el oxígeno y donde emiten sus excreciones que luego se depurarán.

Para los peces de agua fría, según Candarle (2016) el oxígeno disuelto en un estanque de producción de trucha se debe de

encontrar en los niveles de 6 a 8, la temperatura dentro del rango de 10 a 18, los niveles de pH de 6 a 8.5, nitrato un valor de 10 a 11 y el amoniacado un nivel menor a 0.05 ppm.

Observando el cuadro de resultados afirmamos que el oxígeno disuelto en el transcurso del tiempo que se realizó las pruebas, ha ido disminuyendo siendo un parámetro no óptimo para tener una calidad de agua; por lo tanto rechazamos la hipótesis alterna y aceptamos la hipótesis nula y decimos que la implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

HIPOTESIS ESPECIFICAS

Hi: El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Ho: El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

La tabla 16 muestra todos los parámetros óptimos para tener una mejor calidad de agua a excepción del oxígeno disuelto:

Tabla 19:
Oxígeno disuelto

Días	salida	entrada
1	4.90	5.10
7	5.96	6.13
14	4.46	3.91
21	4.67	3.84

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

El oxígeno disuelto suele disminuir según se realiza las pruebas en cada periodo de estudio, la tabla 19 se muestra que en la salida del agua del estanque de producción de trucha el oxígeno disuelto varia tomando una posición descendente; en la entrada al estanque de producción de trucha el oxígeno disuelto toma un valor descendente hasta un 3.84. El oxígeno disuelto es un componente muy importante que da vida a los peces y los vegetales.

Por todo lo expuesto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna y decimos que el diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hi: La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

H0: La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha no mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los parámetros químicos del agua:

Tabla 20:
Parámetros químicos del agua

Día	pH	Amoniaco	Oxígeno disuelto	Nitrato
1	7	<0.05ppm	5.1	10
7	7	<0.05ppm	6.13	10
14	7	<0.05ppm	3.91	10
21	7	<0.05ppm	3.84	10

Fuente: Bach. Nieto 2019

La tabla 20 nos muestra los parámetros químicos del agua que está compuesto por el nivel de pH, Amoniaco, Oxígeno disuelto y Nitrato; Candarle, (2016) nos muestra que en un sistema de acuapónico los parámetros químicos del agua son óptimos cuando toman un valor de: pH de 6 a 8.5, el nivel de amoniaco menos de 0.05ppm, el nitrato entre los 10 a 18 y el oxígeno disuelto en rango de 6 a 8. En nuestro estudio los componentes químicos del agua como: amoniaco, pH, y Nitrato se encuentran óptimo, mientras que el oxígeno disuelto varía descendentemente al rango óptimo.

Según el análisis de resultado aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna y decimos que los estanques de producción de trucha no mejoran con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Hi: Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Ho: Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha no mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

Los parámetros físicos del agua analizados fueron lo siguiente:

Tabla 21:

Parámetros físicos del agua

Dia	Temperatura C°	
	salida	entrada
1	10	10
7	11	10
14	11	10
21	10	10

Fuente: *Bach. Nieto 2019*

Según, Candarle (2016), para los peces de agua fría la temperatura optima en un sistema de recirculación acuapónico es de un rango de 10 a 18 C°, según el analisis realizado obtenemos de 10 a 11 por lo que se encuentra en el rango óptimo.

Por los tanto, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula y decimos que los parámetros físicos del agua en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.

CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Contrastación de los resultados

Los resultados de la investigación afirman que el sistema de recirculación acuapónico no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha, porque existe un parámetro químico del agua que desciende con cada prueba realizada es el oxígeno disuelto. Este resultado concuerda lo investigado por:

- Juárez, (2016) investiga “Evaluación de los parámetros biológicos de la tilapia gris *Oreochromis Niloticus* mediante la implementación de un sistema acuapónico.” Donde concluye que el sistema NFT no tiene buenos resultados con respectos a los parámetros analizado.

Tabla 22:
Parámetros físicos de sistema NFT

Tratamiento	Parámetro	0	15	30	45	60
S. Acuapónico NFT	OD mg/L	5.7	5.4	5	4.4	4.3
	PH	7.2	7.6	7.8	7.9	7.6
	AMONIACO mg/L	0.6	0.6	0.9	1.2	1.8
	NITRATOS mg/L	0.5	10	35	50	50

Fuente: Juárez, (2016)

En la tabla 22, se observa los resultados obtenidos mediante un sistema NFT, según Juárez (2016), para la tilapia que es un pez de agua caliente todos los parámetros químicos son óptimos, a excepción del Oxígeno disuelto que a través del tiempo ha venido disminuyendo.

- Pilco, (2015). Investiga “Comportamiento productivo de dos densidades de siembra de piaractus brachypomus “paco” en un sistema acuapónico superintensivo, en el IESPPB, 2015.” Donde concluye que existe una disminución de oxígeno disuelto en el agua y recomienda cambiar la aireación de chorro o goteo, por un motor de aireación en el sistema, las 24 horas, para subsanar la deficiencia de oxígeno disuelto.

Tabla 23:

Parámetros del agua

Tratamiento	Parámetro	14/06	29/06	14/07	29/07	13/08	28/08
S. Acuapónico	OD mg/L	5.7	5	5.3	6.5	4.6	3.1.
	PH	6.21	7.4	7.23	7.02	7	6.79
	AMONIACO mg/L	0	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08
	NITRATOS mg/L	0	50	50	50	60	25

Fuente: Pilco, (2015).

En la tabla 23 se observa los resultados de los parámetros de calidad de agua para la crianza de paco, se cumple todos los parámetros de una manera óptima a excepción del oxígeno disuelto que ha venido disminuyendo en cada etapa de las observaciones analizadas.

CONCLUSIONES

Según el análisis realizado en la presente investigación se concluye:

- La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común porque existe una disminución del oxígeno disuelto en valores de 5.1 a 3.84 lo que permite que los peces tengan dificultades de sobrevivir.
- El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) no mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común; el diseño utilizado para esta investigación es el NFT, es un sistema bastante estancado con circulación lenta del agua que permite disminuir el oxígeno disuelto con el tiempo.
- La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha no mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*). Para el análisis de los parámetros químicos del agua se consideró el nivel de pH, Amoníaco, Oxígeno disuelto y Nitrato, se obtuvo un resultado óptimo en todos los parámetros analizados a excepción del oxígeno disuelto que disminuido en el tiempo.
- Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*), los parámetros físicos del agua están compuesto básicamente por la temperatura del agua por lo que su nivel resulta lo adecuado.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados procesado, analizados y concluido se recomienda lo siguiente:

- Producir vegetales ya que se fertiliza el agua con las excretas de los peces en crianza.
- Este sistema tiene mayor eficiencia en peces tropicales no en peces de aguas frías.
- Se recomienda la instalación de oxigenadores en los sistemas de crianza de peces de agua fría para mantener los niveles de O_2 el cual permite el buen crecimiento de peces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQuahoy. (2014) "Acuicultura sustentable para el desarrollo social y sin fronteras", recuperado del portal web: <https://www.aquahoy.com/noticias/general/22867-mayor-proyecto-de-acuaponia-del-mundo-permitira-resolver-problema-ambiental-en-lago-chino>.
- Candarle, P. (2014), Centro Nacional de desarrollo Acuícola (CENADAC), "Técnicas de acuaponía" p.15.
- Juárez, L. (2016) investiga "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA TILAPIA GRIS ORECHROMIS NILOTICUS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO." Universidad veracruzana, tesis para especialización en gestión e impacto ambiental.
- Guzmán, K. (2018) "Acuaponía, Industria que crece entre peces y plantas". Milenio, Portal web: <https://www.milenio.com/negocios/acuaponia-industria-que-crece-entre-peces-y-plantas>.
- Hernández, L. (2017), investiga "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)", Realizado por la Universidad Nacional de Colombia, facultad de ingeniería
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2001). "Metodología de la investigación". México: Mc Graw Hill.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

“Metodología de la investigación”. México D.F.: McGRA W-HILL /INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Muñoz, M. (2012) en su informe técnico “El sistema de recirculación acuapónico” (p.125).

Lepkowsky. (2008). *Investigación de la población*.

Pilco, J. (2015). Investiga *“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA DE Piaractus brachypomus “PACO” EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO SUPERINTENSIVO, EN EL IESPPB, 2015.”* Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, tesis para optar el título profesional agroforestal acuícola.

Roberto, H. S. (2014). *“Metodología de la investigación Científica”*. México: Mc Graw Hill

Rodríguez, o. (2016). Investiga *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MICROSISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO AUTOMATIZADO”*, Universidad de los Llanos, Tesis para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Vargas, A. (2017). Investiga *“USO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUAPÓNICO PARA CONSERVAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS ESTANQUES DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA (OREOCHROMIS NICOTICUS) DE LA EMPRESA LIMA VÍAS EXPRESS, CHORRILLOS-LIMA”*, Universidad Cesar Vallejo, Tesis para optar el título de ingeniero ambiental.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: “Implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019”

Tesista: NIETO TRUJILLO, Dennis

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>GENERAL ¿L implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) mejorara la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?</p> <p>ESPECÍFICOS: PE1. ¿El diseño del sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) mejorara la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019? PE2. ¿Cuál será la concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019? PE3. ¿Cuál será los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019?</p>	<p>GENERAL Implementar un sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) para mejorar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019</p> <p>ESPECÍFICOS: OE1. Diseñar un sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) para mejorar la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019. OE2. Determinar la concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies de, Huánuco 2019. OE3. Determinar los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha con el sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.</p>	<p>GENERAL La implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.</p> <p>ESPECÍFICOS: HE1. El diseño de un sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) mejora la calidad del agua en los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019. HE2. La concentración de los parámetros químicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) en el distrito de Punchao, provincia de, Huánuco 2019. HE3. Los parámetros físicos en los estanques de producción de trucha mejora con el sistema de recirculación acuapónico con (<i>Lactuca sativa</i>) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalies, Huánuco 2019.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema de recirculación acuapónico DIMENSIÓN: Estanques de producción de peces Indicadores - Dimensión y volumen DIMENSION: sedimentador - Volumen DIMENSION: Biofiltro Indicadores - Volumen y cantidad DIMENSION: Componente hidropónico Indicadores - Plantas y dimensiones VARIABLE DEPENDIENTE: Calidad del agua DIMENSION: Parámetros físicos Indicadores - Amonio, Nitrato, Oxígeno, Ph. DIMENSION: Parámetros químicos Indicador - temperatura</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada DISEÑO DE ESTUDIO Experimental. Descriptivo -transversal de tipo Correlacional - causal</p> <p>POBLACIÓN La población fue un total de 30 truchas existentes en el tanque de producción.</p> <p>MUESTRA La muestra es de 900 litros de agua de un estanque de producción de trucha circular con 30 truchas engorde (adultos).</p>	<p>TÉCNICAS Equipos de medición de temperatura, Oxígeno, Ph , Etc.</p> <p>INSTRUMENTOS Equipos de medición</p> <p>MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS Cuantitativo Estadística descriptiva</p>

Fuente: Bach. Nieto ,2019

Registro de datos en los estanques de producción de trucha

Registro datos de campo								
Elaborado por: Bach. NIETO TRUJILLO Dennis	Punto de monitoreo	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha	Hora	Parámetro de estanque	
							T °C	pH
Semana: <u>01</u>	P1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	01/08/2019	9:00 a.m.	10	7
	P2-ENTRADA				01/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>07</u>	P1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	07/08/2019	9:00 a.m.	11	7
	P2-ENTRADA				07/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>14</u>	P1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	14/08/2019	9:00 a.m.	11	7
	P2-ENTRADA				14/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>21</u>	P1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	21/08/2019	9:00 a.m.	10	7
	P2-ENTRADA				21/08/2019	9:00 a.m.	10	7

Fuente: Bach. Nieto 2019

Registro datos de campo							
Elaborado por: Bach. NIETO TRUJILLO Dennis	Muestra	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha	Hora	Parámetro de estanque Amonio NH₄ mg/l (ppm)
	Semana: <u>01</u>	M1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	01/08/2019	10:00 a.m.
M2-ENTRADA		01/08/2019				10:00 a.m.	<0,05 mg/l(ppm)
Semana: <u>07</u>	M1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	07/08/2019	10:00 a.m.	0,05 mg/l(ppm)
	M2-ENTRADA				07/08/2019	10:00 a.m.	<0,05 mg/l(ppm)
Semana: <u>14</u>	M1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	14/08/2019	10:00 a.m.	0,05 mg/l(ppm)
	M2-ENTRADA				14/08/2019	10:00 a.m.	<0,05 mg/l(ppm)
Semana: <u>21</u>	M1-SALIDA	Punchao	Huamalíes	Huánuco	21/08/2019	10:00 a.m.	0,05 mg/l(ppm)
	M2-ENTRADA				21/08/2019	10:00 a.m.	<0,05 mg/l(ppm)

Fuente: Bach. Nieto 2019

REGISTRO EN EL ESTANQUE DE PRODUCCION DE TRUCHAS

Elaborado por: Bach. NIETO TRUJILLO Dennis	Punto de monitoreo	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha	Hora	Parámetro de estanque	
							T °C	pH
Semana: <u>01</u>	P1-ESTANQUE	Punchao	Huamalíes	Huánuco	01/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>07</u>	P1-ESTANQUE	Punchao	Huamalíes	Huánuco	07/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>14</u>	P1-ESTANQUE	Punchao	Huamalíes	Huánuco	14/08/2019	9:00 a.m.	10	7
Semana: <u>21</u>	P1-ESTANQUE	Punchao	Huamalíes	Huánuco	21/08/2019	9:00 a.m.	10	7

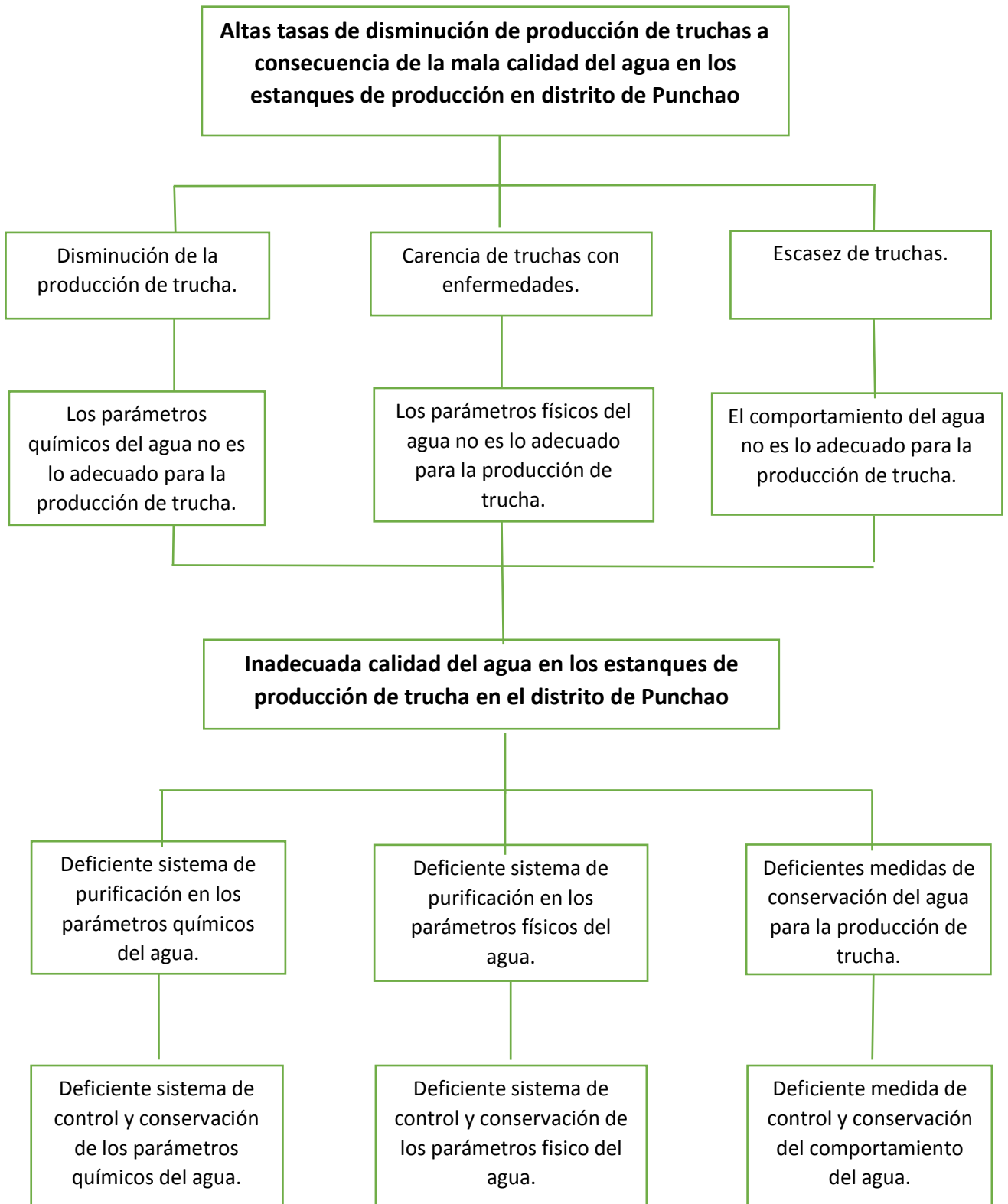
Fuente: Bach. Nieto 2019

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO DEL AGUA DE ENTRADA AL ESTANQUE DE TRUCHAS (AGUA DE CAÑO)

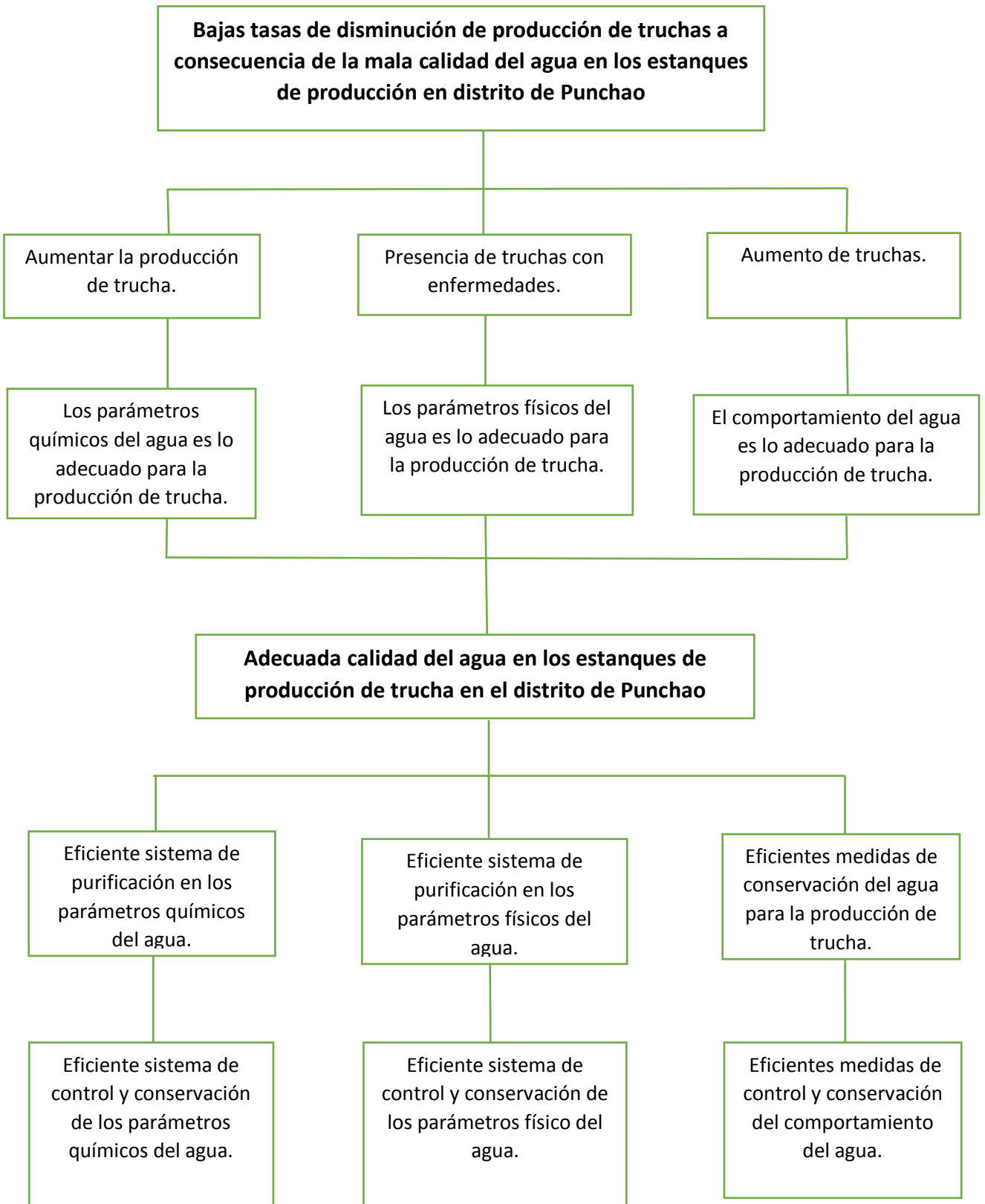
Elaborado por: Bach. NIETO TRUJILLO Dennis	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha	Hora	Parámetro pH
Semana: <u>01</u>	Punchao	Huamalíes	Huánuco	01/08/2019	7:00 a.m.	7
Semana: <u>07</u>	Punchao	Huamalíes	Huánuco	07/08/2019	7:00 a.m.	7
Semana: <u>14</u>	Punchao	Huamalíes	Huánuco	14/08/2019	7:00 a.m.	7
Semana: <u>21</u>	Punchao	Huamalíes	Huánuco	21/08/2019	7:00 a.m.	7

Fuente: Bach. Nieto 2019

Árbol de causa y efecto



Árbol de medios y fines



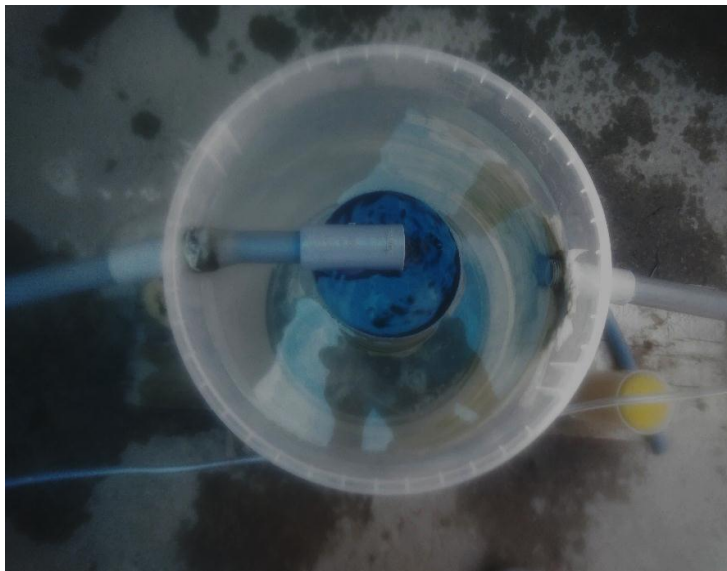
Componente de sistema de recirculación acuapònico

Estanque de producción de truchas



Fuente: *Bach. Nieto ,2019.*

Sedimentador



Fuente: *Bach. Nieto ,2019.*

Biofiltro



Fuente: *Bach. Nieto*, 2019

Sistema hidropónico NFT



Fuente: *Bach. Nieto*, 2019.

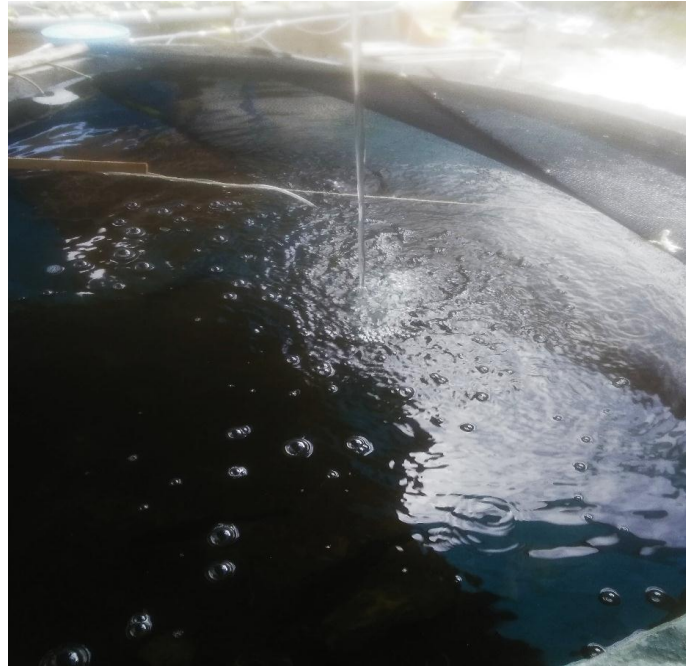
Sumidero



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

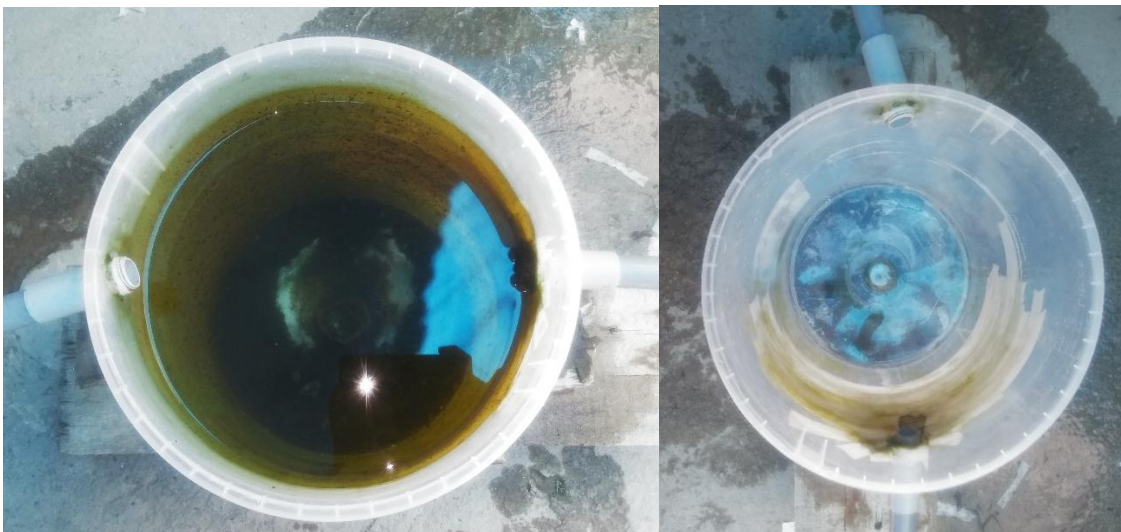
Mantenimiento del sistema de recirculación acuapónico

Estanque de producción de trucha



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Sedimentador



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Biofiltro



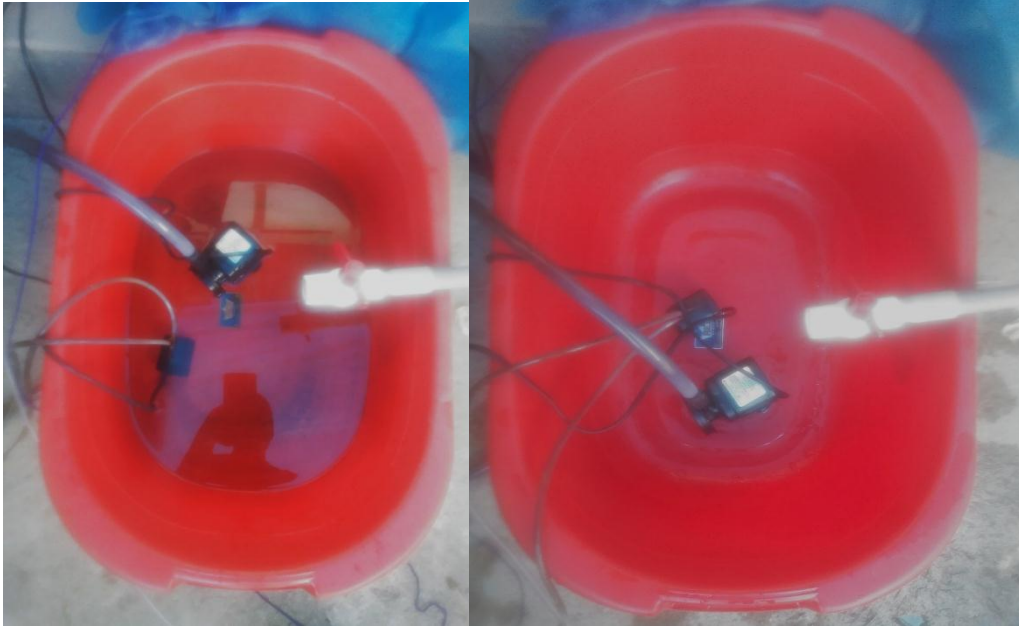
Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Sistema hidropónico NFT



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Sumidero



Fuente: *Bach. Nieto*, 2019

Prueba de amonio IN SITU

Kit test de amonio NH₄



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Prueba en salida del estanque de producción de truchas



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

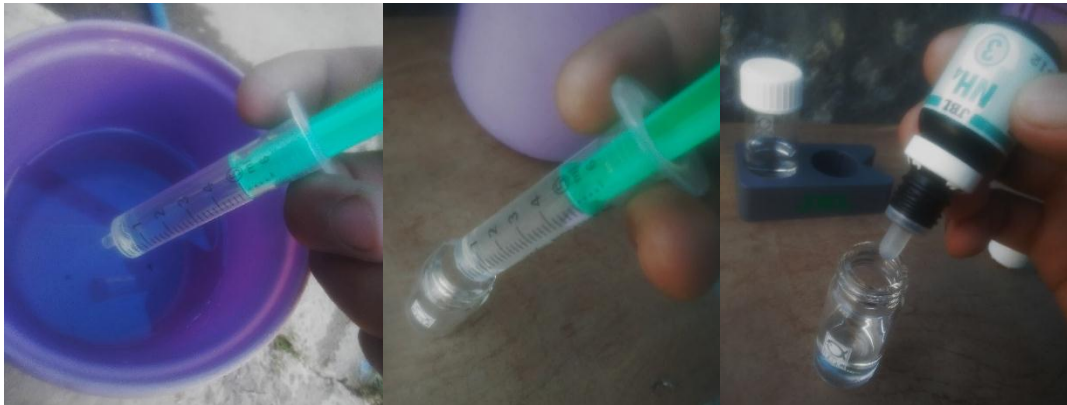
La toma de muestra del agua de la salida del estanque de truchas, lo segundo la muestra al envase para la prueba, lo tercero inserción del test de amonio al envase.

Resultado de la prueba



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Prueba en entrada del estanque de producción de truchas



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

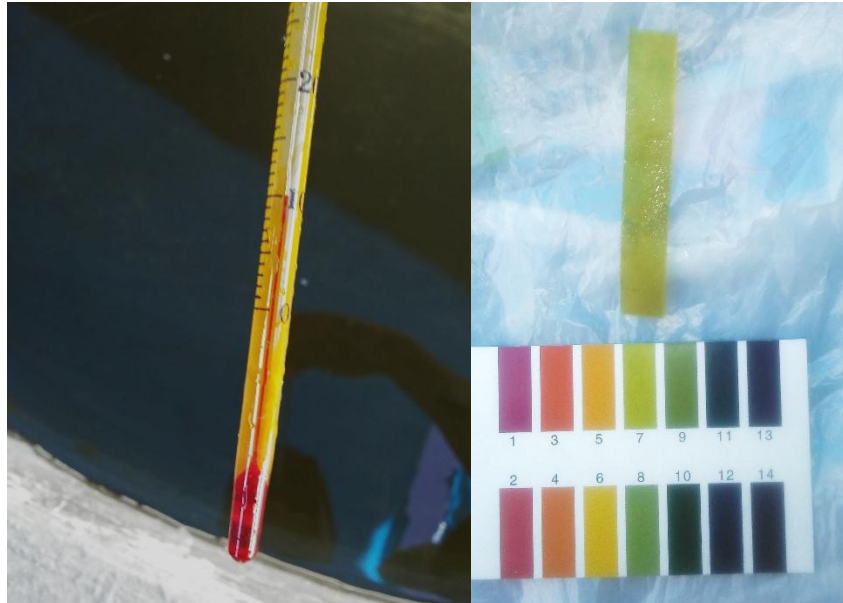
La toma de muestra del agua de la entrada del estanque de truchas, lo segundo la muestra al envase para la prueba, lo tercero inserción del test de amonio al envase.

Resultados del agua en la entrada del estanque



Fuente: *Bach. Nieto*, 2019

Prueba de temperatura y pH
Salida del agua del estanque de truchas



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Entrada de agua del sistema hidropónico hacia el estanque
de truchas



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Talla y peso de las truchas

Inicio del proyecto



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Final del proyecto



Fuente: *Bach. Nieto ,2019*

Prueba de nitrato y oxígeno disuelto
Prueba de oxígeno disuelto y nitrato al día 01



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

1

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA
INFORME DE ENSAYO N° 48-2019: AGUA DE ESTANTE DE TRUCHAS**

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.
 - 1.1. Proyecto: Análisis del agua del estante de truchas-Distrito de Punchao
 - 1.2. Solicitante: Dennis Nieto Trujillo
 - 1.3. Personal muestreador: Dennis Nieto Trujillo
 - 1.4. Datos del servicio:
 - Características a evaluar: Físico - químico.
 - Fecha de muestreo: 01 de Agosto 2019
 - Fecha de inicio de análisis: 1 de Agosto
 - 1.5. Características de la muestra:
 - > Tipo de agua: agua de estante
 - > Nombre de la fuente: Criadero de truchas
 - > Ubicación geopolítica.
 - a) Departamento: Huánuco
 - b) Provincia : Huamalies
 - c) Localidad: Distrito de Punchao
2. EVALUACIÓN.
 - 2.1. Muestreo: La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Dennis Nieto Herrera
 - 2.2. Resultados: Físico Químicos:

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	
	salida	4.90
	entrada	5.10
02	Nitratos, mg/L	
	salida	10
	Entrada	10

Huánuco, 8 de Agosto 2019


Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

Fuente: Ing. Tarazona 2019

Prueba de oxígeno disuelto y nitrato al día 07



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

1

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 55-2019: AGUA DE ESTANTE DE TRUCHAS

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.
 - 1.1. Proyecto: Análisis del agua del estante de truchas-Distrito de Punchao
 - 1.2. Solicitante: Dennis Nieto Trujillo
 - 1.3. Personal muestreador: Dennis Nieto Trujillo
 - 1.4. Datos del servicio:
 - Características a evaluar: Físico - químico .
 - Fecha de muestreo: 7 de Agosto 2019
 - Fecha de inicio de análisis: 7 de Agosto
 - 1.5. Características de la muestra:
 - > Tipo de agua: agua de estante
 - > Nombre de la fuente: Criadero de truchas
 - > Ubicación geopolítica.
 - a) Departamento: Huánuco
 - b) Provincia : Huamalies
 - c) Localidad: Distrito de Punchao
2. EVALUACIÓN.
 - 2.1. Muestreo: La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Dennis Nieto Herrera
 - 2.2. Resultados: Físico Químicos:

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	
	salida	5.96
	Entrada	6.13
02	Nitratos, mg/L.	
	Salida	10
	entrada	10

Huánuco, 7 de Agosto 2019


Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TECNICO

Fuente: Ing. Tarazona 2019

Prueba de oxígeno disuelto y nitrato al día 14



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

1

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 58-2019: AGUA DE ESTANTE DE TRUCHAS

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.

- 1.1. Proyecto: Análisis del agua del estante de truchas-Distrito de Punchao
- 1.2. Solicitante: Dennis Nieto Trujillo
- 1.3. Personal muestreador: Dennis Nieto Trujillo
- 1.4. Datos del servicio:
Características a evaluar: Físico - químico .
Fecha de muestreo: 14 de Agosto 2019
Fecha de inicio de análisis: 14 de Agosto
- 1.5. Características de la muestra:
 - Tipo de agua: agua de estante
 - Nombre de la fuente: Criadero de truchas
 - Ubicación geopolítica.
 - a) Departamento: Huánuco
 - b) Provincia : Huamalies
 - c) Localidad: Distrito de Punchao

2. EVALUACIÓN.

- 2.1. Muestreo: La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Dennis Nieto Herrera
- 2.2. Resultados: Físico Químicos:

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	
	salida	4.46
	Entrada	3.91
02	Nitratos, mg/L.	
	Salida	10
	entrada	10

Huánuco, 27 de Agosto 2019


Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

Fuente: Ing. Tarazona 2019

Prueba de oxígeno disuelto y nitrato al día 21



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
INFORME DE ENSAYO N° 59-2019: AGUA DE ESTANTE DE TRUCHAS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.

- 1.1. Proyecto: Análisis del agua del estante de truchas-Distrito de Punchao
- 1.2. Solicitante: Dennis Nieto Trujillo
- 1.3. Personal muestreador: Dennis Nieto Trujillo
- 1.4. Datos del servicio:
 - Características a evaluar: Físico - químico .
 - Fecha de muestreo: 21 de Agosto 2019
 - Fecha de inicio de análisis: 21 de Agosto
- 1.5. Características de la muestra:
 - Tipo de agua: agua de estante
 - Nombre de la fuente: Criadero de truchas
 - Ubicación geopolítica.
 - a) Departamento: Huánuco
 - b) Provincia : Huamalíes
 - c) Localidad: Distrito de Punchao

2. EVALUACIÓN.

- 2.1. Muestreo: La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Dennis Nieto Herrera
- 2.2. Resultados: Físico Químicos:

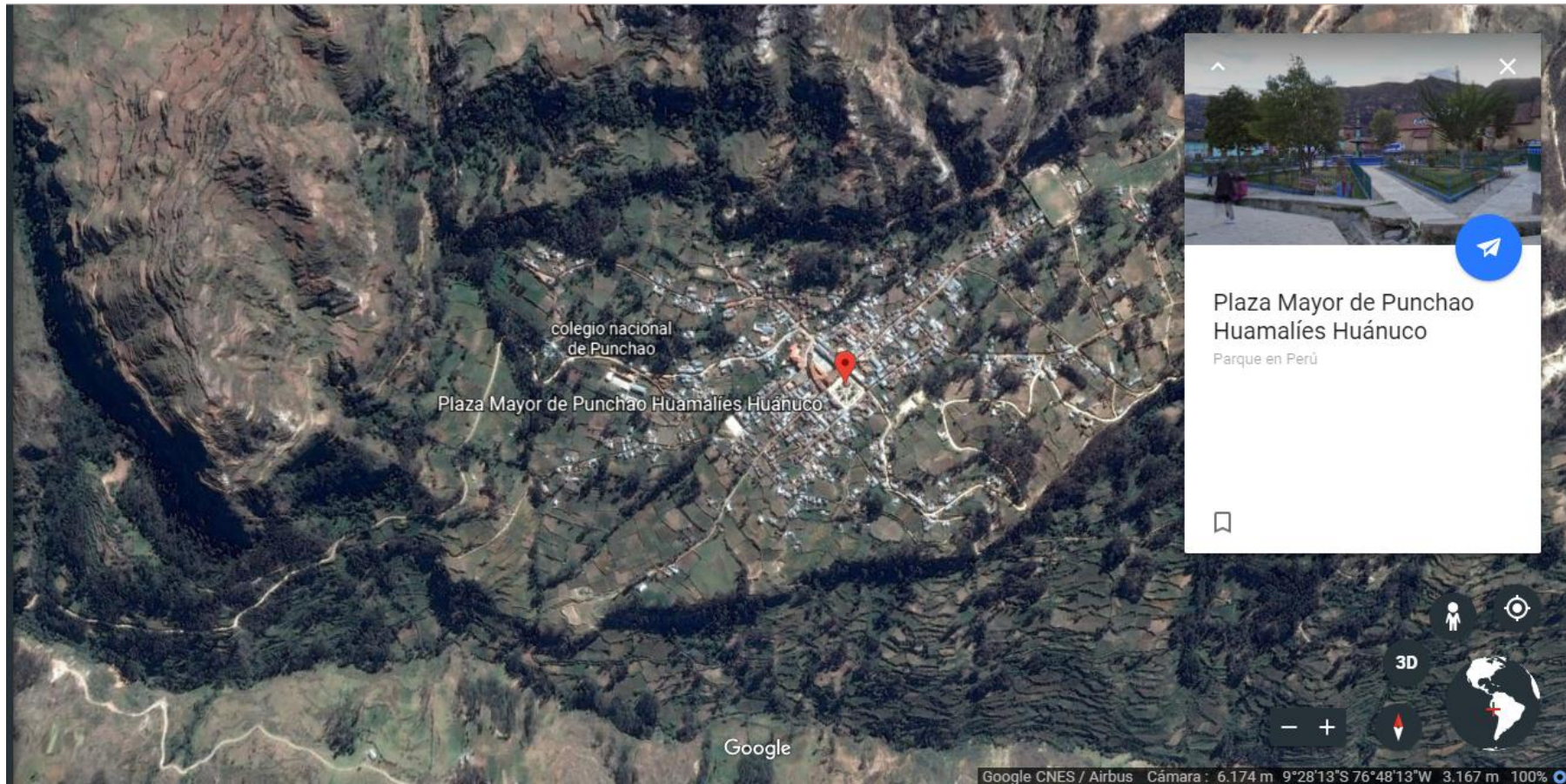
Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	
	salida	4.67
	Entrada	3.84
02	Nitratos, mg/L.	
	Salida	10
	entrada	0

Huánuco, 27 de Agosto 2019

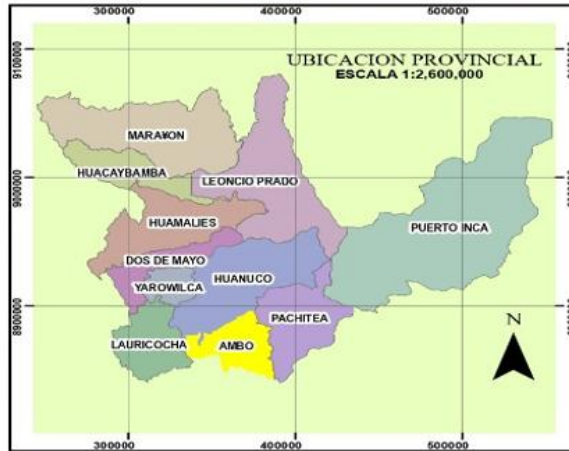
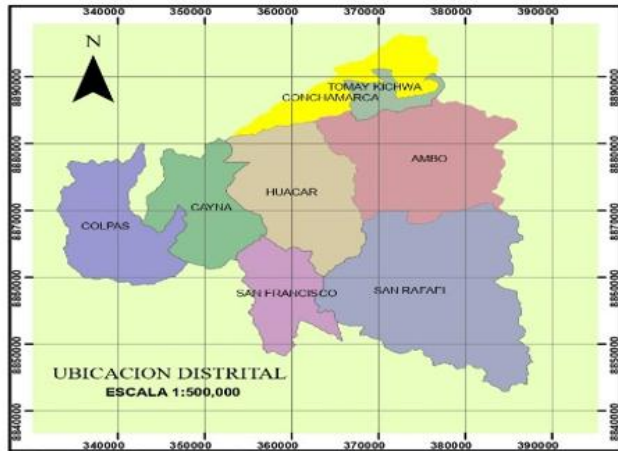

Ing. Herman Tarazona Miralón
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

Fuente: Ing. Tarazona 2019

Localización del proyecto



Fuente: Datus obtenidos a través de google Herten pro



COORDENADAS UTM - WGS84			
Vértice	Este	Norte	Altitud (msnm)
V0	300450.17m	8953803.87m	3586
V1	300424.87m	8953809.56m	3587
V2	300459.09m	8953822.43m	3590
V3	300448.82m	8953783.33m	3583
V4	300477.05m	8953789.19m	3587

“Implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes; Huánuco 2019.”

Fuente: Datus obtenidos a través de google Herten pro