



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el
cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas
acuapónicos, Cabanillas 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Huarilloclla Taípe, Royer (ORCID: 0000-0003-3111-3852)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad ambiental y gestión de recursos naturales

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Nicolas y Marivel, que con todo su esfuerzo y amor me acompañan siempre.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida y mantenerme en el ser, a mis padres y hermanos por su empuje y apoyo incondicional. A la UAP, por mis años de formación y a la UCV por darme la oportunidad de lograr el título.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 16 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 17 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 17 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 18 |
| 3.5 Procedimientos..... | 18 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 25 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 44 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 49 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 51 |
| REFERENCIAS..... | 53 |
| ANEXOS..... | 57 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Especies utilizadas y tolerancia de parámetros en los sistemas acuapónicos..... | 11 |
| Tabla 2: Requerimientos nutricionales | 12 |
| Tabla 3: Calidad de agua para los organismos..... | 15 |
| Tabla 4: Materiales, herramientas, equipos y equipos de protección personal..... | 19 |
| Tabla 5: Número de tratamientos, cantidad de albahaca por canastillas, repeticiones y densidad de cultivo en los sistemas NFT. | 22 |
| Tabla 6: Tabla de leiritz para el cálculo de alimentación..... | 23 |
| Tabla 7: Relación de longitud y peso de la trucha..... | 24 |
| Tabla 8: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua. | 27 |
| Tabla 9: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha de los tres tratamientos. | 28 |
| Tabla 10: Análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura. | 29 |
| Tabla 11: Prueba de contraste de Tukey para la temperatura | 29 |
| Tabla 12: Análisis de varianza (ANOVA) para la conductividad eléctrica | 30 |
| Tabla 13: Prueba de contraste de Tukey para la conductividad eléctrica..... | 31 |
| Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) para la turbiedad. | 32 |
| Tabla 15: Prueba de contraste de Tukey para la turbiedad..... | 32 |
| Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) para el nitrito | 33 |
| Tabla 17: Prueba de contraste de Tukey para el nitrito..... | 34 |
| Tabla 18: Análisis de varianza (ANOVA) para el nitrato..... | 35 |
| Tabla 19: Prueba de contraste de Tukey para el nitrato..... | 35 |
| Tabla 20: Análisis de varianza (ANOVA) para el oxígeno disuelto..... | 36 |
| Tabla 21: Prueba de contraste de Tukey para el oxígeno disuelto..... | 37 |
| Tabla 22: Análisis de varianza (ANOVA) para el pH..... | 38 |
| Tabla 23: Prueba de contraste de Tukey para el pH..... | 38 |
| Tabla 24: Resultados de las características botánicas de la albahaca..... | 39 |
| Tabla 25: Resultados del tamaño del tallo | 40 |
| Tabla 26: Resultados del tamaño de la raíz | 41 |
| Tabla 27: Resultados del peso de la albahaca de los tres tratamientos..... | 42 |
| Tabla 28: Resultados del número de hojas de la albahaca de los tres tratamientos | 43 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Componentes de un sistema acuapónico (Rakocy, 2006)..... | 9 |
| Figura 2: Equilibrio dinámico entre peces, plantas y bacterias (Somerville et al., 2014)..... | 13 |
| Figura 3: Ciclo del nitrógeno en acuaponía..... | 14 |
| Figura 4: Ubicación geográfica (Distrito de Cabanillas) | 19 |
| Figura 5: Sistema acuapónico | 21 |
| Figura 6: Efecto de los tratamientos sobre la temperatura..... | 30 |
| Figura 7: Efecto de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica | 31 |
| Figura 8: Efecto de los tratamientos sobre la turbiedad..... | 33 |
| Figura 9: Efecto de los tratamientos sobre el nitrito..... | 34 |
| Figura 10: Efecto de los tratamientos sobre el nitrato | 36 |
| Figura 11: Efecto de los tratamientos sobre el oxígeno disuelto | 37 |
| Figura 12: Efecto de los tratamientos sobre el pH | 39 |
| Figura 13: Valores del tamaño del tallo de la albahaca de los tres tratamientos | 40 |
| Figura 14: Valores del tamaño de la raíz de la albahaca de los tres tratamientos | 41 |
| Figura 15: Valores del peso de la albahaca de los tres tratamientos | 42 |
| Figura 16: Valores del número de hojas de la albahaca de los tres tratamientos | 43 |

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la eficiencia del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos, es aplicado y experimental para el cual se tuvo 12 canastillas de albahaca con tres tratamientos, Tratamiento 1 (con 2 plantas de albahaca), Tratamiento 2 (con 4 plantas de albahacas) y Tratamiento 3 (con 6 plantas de albahacas) y cada uno con cuatro repeticiones y se planteó bajo el diseño completamente al azar. Los resultados en promedio de los parámetros del agua la crianza de trucha fue, temperatura 16.8 °C, conductividad eléctrica de 490.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbiedad 2.55 UNT, nitrito 0.12 mg/l, nitrato 1.49 mg/l, oxígeno disuelto 5.17 mg/l y pH 7.53. Los resultados con respecto a la determinación de la densidad de siembra del cultivo de Albahaca se encontraron que la mejora de la calidad del agua fue no significativo para todos los parámetros fisicoquímicos del agua, sin embargo el que mejor obtuvo fue el tratamiento tres, en cuanto a los resultados en promedio obtenidos de las características botánicas del cultivo de Albahaca de acuerdo a los tres tratamientos realizados se obtuvo que el tratamiento 1 tiene mayor desarrollo vegetativo con un tamaño de tallo de 14.4 cm, tamaño de la raíz 8.1cm, peso es de 6.1 gramos y el número de hojas de 33.

Palabras clave: Trucha (*Oncorhynchus Mykiss*), Albahaca (*Ocimum Basilicum*) y sistema acuapónico.

Abstract

The objective of this work was to determine the water efficiency of trout rearing (*Oncorhynchus Mykiss*) for the cultivation of Basil (*Ocimum Basilicum*) in aquaponic systems, it is applied and experimental for which 12 baskets of basil were had with three treatments, Treatment 1 (with 2 basil plants), Treatment 2 (with 4 basil plants) and Treatment 3 (with 6 basil plants) and each one with four repetitions and was raised under the completely randomized design. The average results of the water parameters for trout rearing were: temperature 16.8 °C, electrical conductivity 490.1 $\mu\text{s/cm}$, turbidity 2.55 UNT, nitrite 0.12 mg/l, nitrate 1.49 mg/l, dissolved oxygen 5.17 mg/l and pH 7.53. The results with respect to the determination of the sowing density of the Basil crop were found that the improvement of the water quality was not significant for all the physicochemical parameters of the water, however, the one that obtained the best was treatment three, insofar as To the average results obtained from the botanical characteristics of the Basil crop according to the three treatments carried out, it was obtained that treatment 1 has greater vegetative development with a stem size of 14.4 cm, root size 8.1 cm, weight is 6.1 grams and the number of sheets of 33.

Keywords: Trout (*Oncorhynchus Mykiss*), Basil (*Ocimum Basilicum*) and aquaponic system

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país rico en materia ambiental y uno de los problemas más comunes es el uso irracional del agua destinada a la acuicultura donde se utiliza un alto porcentaje de agua para la crianza de peces, algunos criaderos de pequeña escala reutilizan las aguas de los estanques de crianza por la falta de este recurso, en cuanto a criaderos de gran escala sus efluentes son desechos sin ningún previo tratamiento a otros cuerpos de agua ríos lagos y drenajes conteniendo un alto porcentaje de amonio y nitrito.

En la región de Puno la crianza de trucha es tan elevada comercialmente y existe gran cantidad de aguas residuales que no son aprovechados, mediante la presente investigación busca aprovechar los efluentes de la crianza de peces utilizando los sistemas acuapónicos, como una forma de producir peces y vegetales de una forma limpia y sustentable, de tal manera la acuaponía pretende salvaguardar la biodiversidad y preservar los diferentes tipos de cultivos favoreciendo la seguridad al momento de consumir nuestros alimentos.

En las últimas décadas la agricultura se ha complicado debido a la aplicación excesiva de insumos químicos, con el propósito de mejorar la producción de los cultivos, eliminar plagas y hierbas nativas que se desarrollan entorno a los cultivos, donde se generan la reducción de la materia orgánica en los suelos agrícolas e impidiendo tener un producto de calidad para el consumo humano y estos productos alimenticios afectarían de alguna manera a la salud de la población.

A raíz de que los cultivos agrícolas que están contaminados con agroquímicos durante todo el proceso de producción según indico (Delgado, Yañez y Alvarez Risco, 2020) y los estudios realizados por SENASA. Además, por el abuso de los suelos por agroquímicos la agricultura empieza a desarrollar nuevas técnicas de cultivo produciendo netamente orgánicos y optimizando el uso del agua, la agricultura se lleva el 80% del agua que se distribuye en el país. Según detalló el funcionario (De la Torre, 2017).

Actualmente a nivel local y regional, no se encuentran la aplicación y utilización de sistemas acuapónicos, esta nueva técnica de cultivo recién se viene resaltando dentro la región por ende solo existe asesorías, capacitaciones y cursos por entidades sobre estos temas de acuaponía. Así mismo, en las investigaciones y

referencias contribuye la utilización de diferentes cultivos de hortalizas, de igual manera la utilización de diferentes especies de peces, como tilapia (*Oreochromis sp.*) y dentro de ella también en menor cantidad la trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

La acuaponía brinda una producción sustentable de alimentos, al unirse esta dos formas de producción que son la acuicultura e hidroponía, el aumento de la utilización de nuevos peces y vegetales mejora la producción de cultivos, además es favorable en la reutilización de las aguas residuales acuícolas generando como un sub producto para el cultivo hidropónico de hortalizas favoreciendo en la conservación de los componentes medio ambientales (FAO, 2014).

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una planta con desarrollo rápido en diferentes medios de cultivo como en acuaponía, hidroponía y en tierra, demostrando una tolerancia y adaptabilidad a condiciones medio ambientales, actualmente esta planta es utilizada medicinalmente en la forma tradicional, aromática y para la preparación de alimentos. Esta especie es resistente y adaptado al sistema acuapónico con tilapias, mientras que en los cultivos con trucha es poco aplicado (Nelson, 2005) su mayor realce de esta planta es para la salud como el olor, sabor y composición de ácidos grasos, lo que hace un incremento a su demanda.

En cuanto a la problemática hemos planteado el problema general: ¿Cómo es el agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos? Los problemas específicos son: ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos?, ¿Cuál es la densidad de siembra en agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos?, ¿Cuáles son las características botánicas del cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos nutrida por el agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*)?

Con respecto a los estudios de la investigación, el objetivo general: Determinar la eficiencia del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos. Nuestros objetivos específicos fueron: Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza

de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos, Determinar la densidad de siembra en agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos, Describir las características botánicas del cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos nutrida por el agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*).

La hipótesis general de la investigación fue: El agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) influye significativamente para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos. Las hipótesis específicas fueron las siguientes: Los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) influyen para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos, La densidad de siembra en agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) dependerá para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en sistemas acuapónicos, las características botánicas del cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) será óptimo en sistemas acuapónicos nutrida por el agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*).

La justificación del estudio de investigación, en cuanto al marco teórico menciona las teorías existentes sobre el objetivo de estudio, por ende, la investigación permitirá tener nuevos conocimientos sobre el efecto del agua de la crianza de trucha para la producción de albahaca, generando un antecedente para nuevas investigaciones del futuro.

La metodología empleada es bajo costo por el fácil acceso control del sistema, además, se utilizó un proceso metodológico de sistematización de datos durante el proceso de cultivo, para ejecutar los objetivos y aportar nuevos conocimientos sobre la utilización de este sistema de producción. Los sistemas acuapónicos se consideran una tecnología reaprovechable debido a que se basa en la utilización de nutrientes de la crianza de truchas para producir cultivos de albahaca. Es una tecnología con beneficios ambientales de producción limpia, Ayudando de esta manera la reducción de la pérdida del recurso agua y aumentando la vida de este recurso. La investigación tiene un costo elevado al iniciar, pero los logros te permitirán realizar una producción de cultivos de diversas variedades siendo una alternativa para consumir un producto limpio y libre de químicos.

II. MARCO TEORICO

(Bañuelos, 2017) en su investigación tiene como objetivo mantener los parámetros óptimos de la calidad de agua, sostiene e indica que los parámetros ideales son: temperatura 18-30 °C, pH 6 – 7 y un oxígeno disuelto menor a 5mg/l. también menciona la aplicación de un sistema a diferentes situaciones explicando cómo funciona el ciclo del nitrógeno en el medio natural y que beneficios medioambientales se optimice al aplicar estas técnicas de cultivo, ya que en México el 80% de sus suelos tienden a no tener un adecuado rendimiento.

(Juárez, 2016), evalúa los parámetros biológicos de la tilapia gris como su sobrevivencia crecimiento y alimentación utilizando dos sistemas (acuapónico y convencional). Distribuye 800 alevines en cuatro estanques de 10,000 litros, donde dos fueron para la forma convencional y los otros dos se utilizó como acuapónico. Los resultados que obtuvo de los parámetros fisicoquímicos de la experimentación indica que el oxígeno disuelto de 5.7 mg/l al inicio y 4.3 mg/l al final, pH 7.2-8 en sistema acuapónico y oxígeno disuelto 5.8 mg/l, 4.4 mg/l y pH 7.4-8 se obtuvo y en el sistema convencional. En conclusiones los mejores resultados fueron de los sistemas acuapónicos que en comparación de los sistemas convencionales la diferencia se notó en el peso y talla de los cultivos.

(Valdez, 2017) evalúa el desarrollo y rendimiento de varios tipos de semillas de frijol y peces, para ello se puso 25 tilapias (*Oreochromis niloticus*) para ser experimentados, los resultados de la adaptación y desarrollo de tilapias. Los resultados de los parámetros del agua medidos en los estanques de tilapia es de 7.4 pH, 23.6 °C de temperatura, 915.3 ms/cm de conductividad eléctrica y 421.8 ppm del total de sólidos disueltos. En conclusiones la supervivencia de las plantas se encuentra dentro un rango de 95 y 100%.

(Rodríguez, 2015) Evaluó la producción de tilapia y lechuga mediante dos sistemas acuapónicos, primeramente, con biofiltración y el segundo con recambio de agua, el cultivo de peces y plantas fue de 160 y 30 días. Los resultados del peso promedio de la lechuga 'Acrópolis' cultivada durante los 30 días en sistema SCB presenta 5.34 ± 8.54 , en el SRA 11.74 ± 1.63 . Las concentraciones de nitritos, amonio y fosfatos más altas resultaron del SCB, en cuanto a la concentración de nitratos con mayor del SRA fue ($P < 0.05$). La producción de tilapia y lechuga en sistemas con biofiltración resultaron ser más sustentable.

De acuerdo a las investigaciones nacionales, (Vargas, 2017) determino la eficiencia de la acuaponia para mantener la calidad del agua de la crianza de peces, dando a conocer cuales son los parametros vitales para el desarrollo de los peces y son OD, pH, NH₃ y NO₂ donde estos párametros se manteneron estables, el tratamiento era de 2000 litros por semana. Los estanques fueron 4 de las siguientes medidas 1.20 de ancho, 1.0 de longitud y 0.58 metros de altura, cada estanque con 500 litros de agua y 80 tilapias, los resultados a los 14 dias de los parametros quimicos del SRA1 fue de amonio 0.04 ppm, nitrato 17.98 ppm, oxigeno disuelto 8.54 mg/l, turbidez 0.70 NTU, SRA2 de amonio 0.06 ppm, nitrato 3.04 ppm, oxigeno disuelto, 8.84 mg/l, turbidez 0.80 NTU, SRA3 0.07 ppm, nitrato 5.08 ppm, oxigeno disuelto, 8.80 mg/l, turbidez 0.80 NTU y SRS amonio 5.94 ppm, 144.60 ppm , oxigeno disuelto, 7.80 mg/l, turbidez 1.20 NTU.

(Nieto, 2019) Implementa un sistema de recirculación acuapónico con lechuga con el objetivo de mejorar el agua en la crianza de trucha, el tipo de investigacion es experimental ya que los resultados de oxigeno disuelto de 5.1-3.84 dificulta el desarrollo de los peces, el sistema utilizado es NFT este tipo de sistemas no permite la oxigenacion por la lentitud de su circulacion en cuanto a los demas parametros quimicos y fisicos se obtuvo optimos resultados.

(Morales, 2019) diseñó y construyó un prototipo de sistema acuapónico utilizado para tilapia gris y albahaca, donde evaluo su operatividad en ambos cultivos y especies. Los diseños construidos in situ fueron dos, evaluando los resultados de cada unidad biologica ante el sistema, el tercer sistema mejoro su operatividad en donde se empezo a aplicar el cultivo de tilapia y albahaca. Donde el peso de la tilapia al inicio es 3.88 gramos, y el final 10.69 gramos, el peso de la albahaca al inicio fue de 1.2 gramos y final 245.3 gramos en cuanto a la calidad de NH₃, NO₂, NO₃, pH, T° y dureza del agua se mantebieron estables en la parte final del cultivo, para el segundo cultivo la produccion de albahaca se doblo, los resultados del peso de la tilapia fueron, inicialmente 6.08 gramos y final 21.57 gramos. Para la primera corrida de albahaca el peso inicial es de 3.0 gramos y final de 106.05 gramos, en la segunda corrida de albahaca el peso inicial fue de 4.38 gramos y final 158.33 gramos donde los parametros tuvo un descenso y se obtuvo un mejoramiento de nitratos de 80 mg/l – 20 mg/l manteniendose constantemente. En conclusión el

prototipo los sistema acuapónico resulto factible en el cultivo de tilapia gris y albahaca, el cultivo de albahaca de manera escalonada resulto mejor que los de mas tipos de cultivos.

(Segura y Balois, 2017) evalua la produccion acuaponica de lechuga a partir de efluentes del cultivo de tilapia mediante diferentes densidades en laboratorio. Para ello utilizo densidades de 200, 250 y 300 alevines de tilapia por metro cubico. Donde el crecimiento y desarrollo de la lechuga fueron mayores a una densidad de 300 alevines obteniendo un peso de 2.67 gramos, en comparacion de las densidades tiene un ($p < 0.05$), con 200 alevines se presento 1.85 gramos y con 250 alevines se presento con 1.62 gramos. En conclusion la utilizacion de 300 alevines por metro cubico resulto ser un mejor tratamiento.

(Pandales y Santos, 2017) evaluó el desempeño de un sistema acuaponico utilizando 3 variedades de albahaca en condiciones bajo invernadero. El tipo de pez utilizado por el investigador fue la tilapia roja con una biomasa de 57.8 kg. Equivalente a una densidad de 7.2 kg/m^3 la experimentacion se realizo con 3 tratamientos y 6 repeticiones para cada tratamiento, la unidad experimental fue 1 m^2 para 24 plantas haciendo un total de 144 plantas por tratamiento, en cuanto a los resultados de las tre variedades de albahaca, la variedad de Genovese tuvo mayor desarrollo que las demas con un peso inicial de 0.07 gramos incrementando hasta llegar a un peso final de 24.4 gramos, en conclusiones según evaluados los tratamientos la variedad de Genovese mostro mejor resultados en su desarrollo y en cuanto a los parametros fisicoquimicos mostraron niveles de nutrientes para las plantas.

(Castañeda, 2019) evalua la influencia del cultivo la lechuga, albahaca y acelga en sistema de recirculación acuaponico para el tratamiento de aguas residuales de crianza de tilapia. La metodologia del trabajo fue en elaborar un prototipo de sistema de recirculacion acuaponico, donde se simulo la crianza de peces y se utilizo 23 tilapias. Los resultados de investigacion presenta la sobrevivencia del 100% de los peces aumentando su peso de 112 gramos – 215 gramos en un periodo de 42 dias. El cultivo de albahaca tuvo una talla de 23 centimetros, la acelga 25.5 centimetros y la lechuga 29 centimetros al final del cultivo, los parametros de temperatura fluctuo de 18 a $30 \text{ }^\circ\text{C}$, el oxigeno disuelto en el primer muestreo fue de

6.2 mg/l y el segundo de 7 mg/l, el amonio en el primer muestreo fue de 0.061 mg/l el segundo de 0.043 mg/l y nitratos y nitritos en el primer y segundo fueron de 0.512 mg/l y 0.11 mg/l.

Con respecto a las teorías de la acuaponía viene de la unión entre la acuicultura (cultivos de peces y otros organismos acuáticos) y de la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo) para lograr una producción rápida y eficiente de plantas y animales acuáticos (Pattillo, D, 2017). El sistema de producción de alimentos se realiza con la interacción entre los animales acuáticos y las plantas (Ramírez et al., 2009). Los sistemas acuapónicos se basan en proceso de recirculación del agua, en donde al mismo agua debe filtrarse para poder ser reciclado. Con ello se logra realizar un mayor aprovechamiento del recurso hídrico y una mínima contaminación del mismo (Martínez - Moreno, 2013).

Además, los sistemas de recirculación acuapónica requieren ciertos dispositivos para su funcionamiento (Larrinaga, 2020), para ello se necesitan varios tanques conectados entre sí para que circule el agua y mejore su calidad. Primeramente un tanque de crianza, un sedimentador de partículas, un biofiltro mecánico que retenga los sólidos suspendidos, un filtro biológico donde habitan las bacterias nitrificantes y las camas de cultivo para que las plantas absorban los nutrientes del agua para que finalmente el agua que circula retorne a los tanques de peces (Muñoz, 2012). Existe un diseño de microsistema acuapónico automatizado indica (Rodríguez Gutiérrez, 2016)

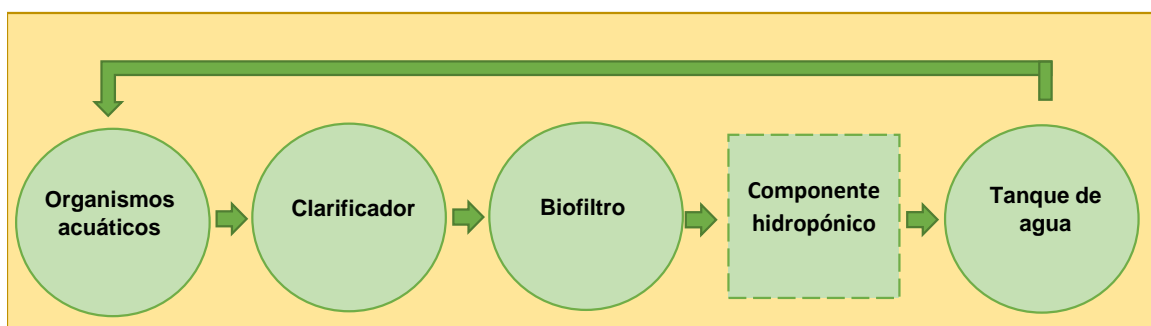


Figura 1: Componentes de un sistema acuapónico (RAKOCY, 2007).

Tanque de clarificador o sedimentador representa de gran importancia en los sistemas de recirculación (Serra, 2018), lugar donde se ve el comportamiento de las propiedades físicas del agua por ello se encarga de separar las partículas de

mayor tamaño y las mas gruesas y lo acumula en el interior del tanque, los solidos son de gran importancia en el sistema ya que estimula el incremento de nutrientes para los cultivos que se realiza (Candarle, 2014).

La filtracion mecanica es fundamental en la acuaponia, mediante esta tecnica de filtracion del agua permite la retencion de particulas, solidos suspendidos, que principalmente la componen los restos de alimentos no consumidos, restos fecales de los peces y entre otros desechos presentes en el agua (Candarle, 2014). El tanque de clarificador o filtracion debe inpedir el paso de sedimentos o desechos organicos que puedan afectar a las raices de plantas (Muñoz, 2012).

Filtracion biologica en la acuaponia tiene como objetivo almacenar y alojar a las bacterias nitrificantes, en donde las bacterias transforman el amoniaco excretado por las heces de los peces en compuesto no toxicos (Vargas, 2017). la conversión del amoniaco liberado por los peces en nitrato son los nutrientes para el alimento de los plantas, el sustrato para que se adhieran y desarrolen las bacterias pueden ser plasticos, arena y grava (Muñoz, 2012).

Existen diversas tecnicas de cultivos acuaponicos para hortalizas de hojas y cultivos de frutas (Lopez, 2019) , sistema de cultivo NFT la tecnica de pelicula de nutrientes, tecnica de lecho de sustratos organicos e inorganicos es similar a lo convencional simplemente con la diferencia del tipo de sustrato, la importancia de esta tecnica es brindar un ambiente o superficie para el desarrollo de las bacterias nitrificantes y la tecnica de raiz flotante el sistema es algo sencillo donde existe un recipiente con solucion nutritiva con una tapa con agujeros donde se colocaran las plantulas (Castañeda, 2019).

El mantenimiento de los sistemas acuaponicos, es uno de los aspectos importantes durante todo el funcionamiento del sistema (Colagrosso, 2014), para ello se debe realizar reviciones semanalmente de los parametros fisicoquimicos del agua, si existe obstrucciones en las tuberias, revision de las moto bombas que se utiliza de igual manera los oxigenadores que deben estar limpias y libre de solidos, verificacion de los sistemas de cultivos de los peces y plantas observando como van en su desarrollo si cuentan con algunas enfermedades o plagas (Ramirez, Jimenez y Hurtado, 2008).

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*) familia de los Salmonidae, que se encuentra y viven en aguas frías de lagos, ríos, mantiales y presas. Normalmente en su hábitat natural se alimenta de caracoles, lombrices, camaroncillos, mientras en piscigranjas su dieta es de alimento balanceado (Cuarite, 2015). Es una especie que para su desarrollo requiere condiciones medio ambientales óptimas como una temperatura de 13 a 18 °C, un pH de 6.5 a 8.5 y oxígeno en el agua de 7.5 a 12 ppm (FAO, 2014). Los peces adaptados a los sistemas acuapónicos y utilizados comúnmente para el cultivo acuapónico según (Somerville et al., 2014) se detalla en la Tabla 01.

Tabla 1: Especies utilizadas y tolerancia de parámetros en los sistemas acuapónicos

| Especie | Temperatura (°C) | | Amoníaco total nitrógeno (mg/litro) | Nitrito (mg/litro) | Oxígeno disuelto (mg/litro) | Proteína cruda en la alimentación (%) | Tasa de crecimiento (Etapa de crecimiento) |
|--|------------------|--------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| | Vital | Optima | | | | | |
| Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>) | 4-34 | 25-30 | < 1 | < 1 | > 4 | 30-38 | 600 gramos en 9-11 meses |
| Tilapia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) | 14-36 | 27-30 | < 2 | < 1 | > 4 | 28-32 | 600 gramos en 6-8 meses |
| Bagre del canal (<i>Ictalurus punctatus</i>) | 5-34 | 24-30 | < 1 | < 1 | > 3 | 25-36 | 400 gramos en 9-10 meses |
| Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) | 10-18 | 14-16 | < 0.5 | < 0.3 | > 6 | 42 | 1000 gramos en 14-16 meses |
| Cabeza chata (<i>Múgil cephalus</i>) | 8-32 | 20-27 | < 1 | < 1 | > 4 | 30-34 | 750 gramos en 9-11 meses |
| Camarón de agua dulce (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) | 17-34 | 26-32 | < 0.5 | < 2 | > 3 | 35 | 30 gramos en 4-5 meses |
| Barramundi (<i>Lates calcarifer</i>) | 18-34 | 26-29 | < 1 | < 1 | > 4 | 38-45 | 400 gramos en 9-11 meses |

Fuente: (Somerville et al., 2014)

Los cultivos de lechuga, espinaca, albahaca y cebolletas son vegetales que requieren cantidades bajas de nutrientes y tienden a adaptarse a los sistemas acuapónicos (Beltrano y Gimenez, 2015). Por otra parte las plantas que producen frutos requieren nutrientes en mayor cantidad para su desarrollo siendo más

complejos en la acuaponia (Diver, 2006). La albahaca es una planta que facilmente toleran cambios del medio ambiente y cultivados en sistemas hidroponicos, ademas de ser aromatica y de desarrollo rapido y sus aplicaciones es diversas como medicinales y para la preparacion de alimentos (Castañeda, 2019). Los parametros para el cultivo de albahaca son de pH 5.5 a 6.5 ppm, temperatura 20 a 25 °C. y una exposicion moderada al sol (Candarle, 2014).

En la siguiente tabla se mostratan los requerimientos nutricionales que necesita la albahaca (*Ocimum Basilicum*) para su desarrollo.

Tabla 2: Requerimientos nutricionales

| Nutrientes | Composicion en mg/l o ppm |
|-------------------|--------------------------------------|
| Nitrogeno | 450 |
| Fosforo | 50 |
| Potasio | 200 |
| Calcio | 150 |
| Magnesio | 80 |
| Azufre | 60 |
| Hierro | 2.8 |
| Cobre | 0.2 |
| Manganeso | 0.8 |
| Zinc | 0.3 |
| Boro | 0.7 |
| Molibdeno | 0.05 |

Fuente: Nutrientes el cultivo de albahaca según(Hochmuth, 2003).

Para controlar de plagas que se presente en los cultivos acuaponicos no se utiliza pesticidas, fumguicidas ninguna clase de agroquimicos, por que de alguna manera afectaria negativamente a los peces, en la produccion de los sistemas acuaponicos encaja con la produccion de productos organicos de de calidad, para las plagas que se presentan en los cultivos acuaponicos la mejor manera de tratarlas es utilizando compuestos organicos y caseros para no afectar al sistema (Castañeda, 2019). Dentro de la acuaponia existentes tres comunidades principales peces, bacterias y plantas para ello es importante tenerlos bien balanceados.

En la figura 2, se muestra los balances entre los tres componentes de la acuaponia que proporcionará un equilibrio dinámico en el sistema.

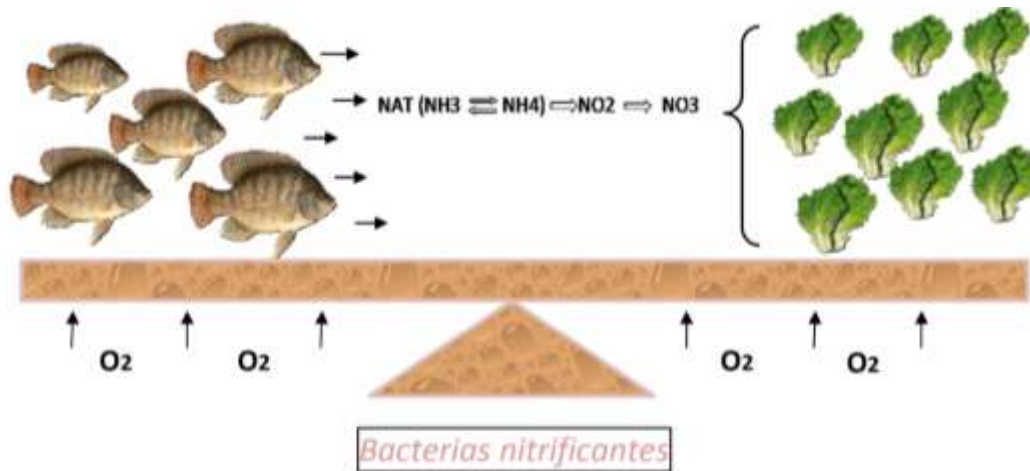


Figura 2: Equilibrio dinámico entre peces, plantas y bacterias (Somerville et al., 2014).

Para el equilibrio de los sistemas acuaponicos se requiere una proporcion determinada de alimentacion en peces, la porcion de alimentacion de los peces depende de varios factores principales como: capacidad de funcionamiento del sistema, el metodo de produccion utilizado, la especie a criar y la cantidad de proteinas requeridas por el pez y la variedad de vegetales que se va cultivar (Candarle, 2014). Algunas tasas de alimentos recomendado para el cultivo de vegetales de hoja en 1 a 2 metro cuadra como la acelga, lechuga, rucula, etc necesitan 40-50 gramos de alimento por dia, en cuanto a los cultivos con frutos en 1 a 2 metros cuadrados como son las fresas, los tomates, pepinos necesitan 50-80 gramos de alimento por dia (Somerville et al., 2014).

Dentro del proceso de nitrificacion uno de los componentes principales es el ciclo del nitrogeno, para ello las bacterias tienen un rol principal para transformar el amonio (NH_3), que mediante la presencia de este elemento toxico aparecen las nitrosomonas que se alimentan del amoniaco y lo transforman al nitrito (NO_2), el nitrito que es transformado no es utilizado por las plantas y viene siendo ofensivo, al tener presencia de nitrito (NO_2) aparecen las bacterias llamadas nitrobacter que se alimentan y transforman el nitrito (NO_2) a nitrato (NO_3) que este elemento de nitrogeno si es el nutriente que las plantas pueden absover por las raices, para su desarrollo vegetativo (Castañeda, 2019).

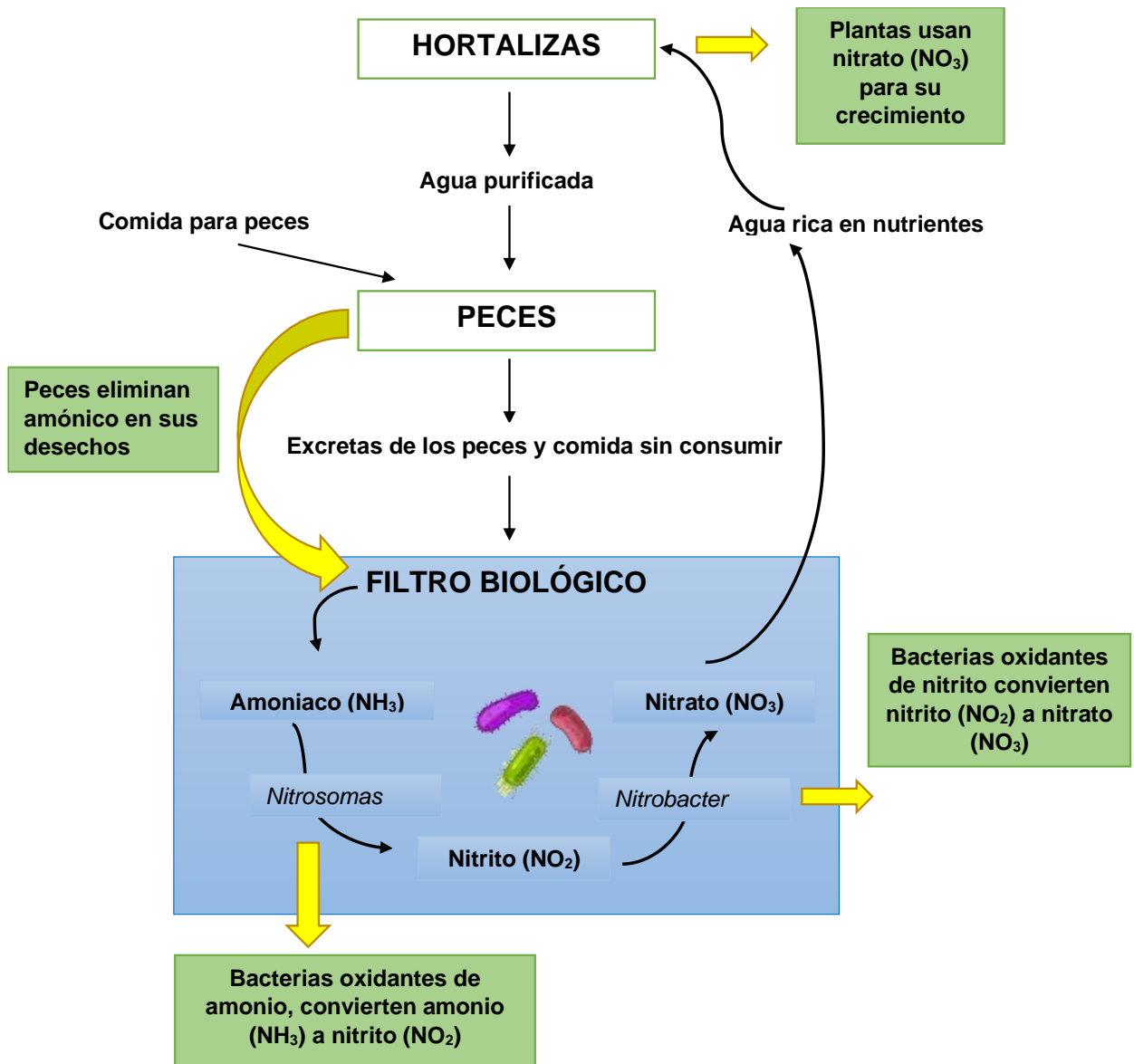


Figura 3: Ciclo del nitrógeno en acuaponía

La calidad de agua es vital en los sistemas acuaponicos en donde los macro y micro nutrientes que los vegetales necesitan para su desarrollo lo encuentra en el agua, además que por medio de la recirculación de agua los peces persiven el oxígeno y desechan sus excretas, que luego todos esos desechos surgen una transformación por las bacterias. Los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de agua en los sistemas acuaponicos son: temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, el amoníaco y nitritos. Cada uno de los parámetros físicos y químicos del agua influyen de alguna manera a los componentes del sistema que son los peces, plantas y bacterias (Candarle, 2014).

Tabla 3: Calidad de agua para los organismos

| Tipo de organismo | Tem. °C | pH | NH₃ (mg/l) | NO₂ (mg/l) | NO₃ (mg/l) | OD (mg/l) |
|--------------------------------|----------------|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| <i>Peces aguas cálidas</i> | 22-32 | 6-8.5 | <3 | <1 | <400 | 4-6.0 |
| <i>Peces aguas frías</i> | 10-18 | 6-8.5 | <1 | <0.1 | <400 | 6- 8.0 |
| <i>Plantas</i> | 16-30 | 5.5-7.5 | <30 | <1 | - | >3 |
| <i>Bacterias nitrificantes</i> | 14-34 | 6-8.5 | <3 | <1 | - | 4-8.0 |

Fuente: (Somerville et al., 2014) p17.

La temperatura es uno de los mas importantes dentro del sistema acuaponico, ya que de ello depende el crecimiento y desarrollo metabolico de la especie que se esta utilizando y debe mantenerse entre los rangos de temperatura requeridas (Castañeda, 2019)

El oxígeno disuelto dentro de la acuaponia es de gran importancia de ello depende la calidad de agua y la falta de oxigeno afectaria a los peces y podrian llegar a morir rapidamente en un corto tiempo, no solamente afecta a los peces tambien a las bacterias, disminuyendo drasticamente su proceso de nitrificacion (García, 2005). La concentracion del oxigeno en altas concentraciones es vital para el desarrollo de los peces, bacterias y plantas. El oxigeno es inversamente proporcional a la temperatura, al incremento de este parametro en el agua, mayor necesidad de oxigeno necesitaran los peces, por tal motivo se evita las fluctuaciones termicas como sea posible para evitar problemas de oxigeno en el agua (Candarle, 2014).

El pH, es un parametro que indica las concentraciones de iones de hidrogeno (H⁺) como la acidez o alcalinidad del agua, determinando si los cuerpo de agua son duras o blandas agua el (Bautista y Ruiz, 2011). Las medidas de hidrogeno en el agua son representadas en una escala logaritmica negativa donde mayores valores es igual menores concentraciones de H⁺, y los valores van del 1 al 14 en donde el punto medio es el valor 7 que es el neutral (H⁺=OH⁻) los valores menores representan acides y los mayores son basicos (Candarle, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que utilizamos es de nivel aplicativo, (Hernández, 2014) la investigación aplicada permite conocer los efectos o incidencias de una variable hacia la otra variable, mediante la aplicación de conocimientos obtenidos de la realidad y en cuanto al enfoque de investigación es cuantitativo porque la recolección de datos es realizada con instrumentos estandarizados y se cuantificará en cantidades numéricas mediante el análisis estadístico, para experimentar teorías y verificar las conductas.

El diseño de la investigación es experimental puro, (Hernández, 2016) la investigación experimental realiza la manipulación deliberadamente de ambas variables y para el estudio se manipulará la variable independiente para el cultivo de albahaca verificando su desarrollo. Es transversal por que consiste en observaciones que se determinarán en el momento con el objetivo de analizar y describir los comportamientos que se manifiesten.

3.2 Variables y operacionalización

Las variables utilizadas son:

- **Variable independiente:** Aguas de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*).
- **Variable dependiente:** Cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*).

La operacionalización de las variables Ver Anexo N° 01.

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población para el estudio está conformada por 120 plántulas de albahacas que se germinaron en el invernadero donde se realizara el estudio, la experimentación conforma de tres sistemas NFT cada uno con 10 agujeros para las canastillas de las plantas.

- **Criterios de inclusión:** Plantas con las raíces bien desarrolladas y de mayor cantidad de hojas.
- **Criterios de exclusión:** Plantas pequeñas, de hojas pequeñas y amarillentas.

Muestra

La muestra se conforma por 12 canastillas de albahaca tomadas aleatoriamente del cultivo donde se vienen desarrollando. Donde son (3x4), tratamiento 1 (con 2 plantas de albahaca), tratamiento 2 (con 4 plantas de albahacas) tratamiento 3 (con 6 plantas de albahacas), con cuatro repeticiones, donde la densidad de siembra del tratamiento 1 estuvo conformada con 8 unidades de plantas, el tratamiento 2 con 16 unidades de plantas y el tratamiento 3 con 24 unidades de plantas.

Muestreo

En cuanto al muestreo fue probabilístico, ya que nos permitió seleccionar al azar un pequeño grupo de una gran población existente y luego predecir que todas las respuestas juntas coincidan con la población general.

Unidad de análisis

Son las Aguas de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) y los cultivos de albahaca (*Ocimum Basilicum*).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que utilizamos en el trabajo de investigación fue la observación, monitoreo y análisis de laboratorio, donde el investigador tiene la facultad de manipular las variables en los diversos tratamientos del estudio de investigación. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron las fichas de observación ver (ANEXO N° 02) que a treves de la recolección de datos se registró los cambios que se dan para los tratamientos ya mencionados. Para la validez y confiabilidad de los análisis tomados se realizarán en laboratorios acreditados.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Ubicación del estudio

El estudio de investigación se ubicó en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento Puno, referencialmente en las coordenadas UTM (WGS 84), 15°38'28"S - 70°20'57"O, a una altitud de promedio de 3885m.s.n.m.



Figura 4: Ubicación geográfica (Distrito de Cabanillas)

3.5.2 Proceso del trabajo

Para el proceso del trabajo de investigación se implementó un sistema de acuapónico en donde se realizó la simulación de un criadero de truchas y el cultivo de albahaca.

3.5.2.1 Materiales y equipos

Tabla 4: Materiales, herramientas, equipos y equipos de protección personal.

| MATERIALES | HERRAMIENTAS | EQUIPOS | EPPS |
|---|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tuvo PVC • Tanque de plástico de 750l • Codos de PVC • Niple corrido • Manguera • Llave de paso • Adaptador • Depósito de plástico • Esponja • Pegamento para tuvo | <ul style="list-style-type: none"> • Extensión de corriente eléctrica • Cuaderno de campo (formatos) • Wincha • Cierra • Lija N° 80 • Teflón • Silicona | <ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Taladro • Cámara fotográfica • Bomba de agua • Termómetro • Peachimetro • Conductímetro | <ul style="list-style-type: none"> • Guantes anti cortes • Lentes de protección • Guardapolvo • Tapones de oídos |

3.5.2.2 Proceso de la implementación del sistema acuapónico

a) Germinación de las semillas de albahaca (*Ocimum Basilicum*)

Para el proceso de germinación se utilizó una bandeja de almácigos, luego se le agrega el sustrato de arena y tierra negra al almacigo seguidamente se hace agujeros en para poner las semillas cubriéndolo suavemente con el mismo sustrato y el riego se hace mediante un pulverizador para no mover las semillas al momento de regarlas.

b) Armado del sistema acuapónico

La implementación del sistema acuapónico y fue diseñado a modelo piloto donde primeramente se realizó el acondicionamiento del área o lugar para la instalación y distribución de los tanques de crianza de los peces, los sistemas de filtración y sistema NFT para el cultivo de plantas. Para la instalación de tanque donde se realizará la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) se utilizó un tanque de 750 litros, el sistema de filtración cuenta con tres etapas donde se utilizó contenedores de 40 litros de capacidad.

El primer filtro es el Filtro mecánico tiene la finalidad de retener los sólidos suspendidos que viene del tanque de los peces, al contenedor se lo hace un agujero en la parte media para colocar un sifón con llave de paso, para hacer el mantenimiento a la salida de residuos y todo lo que se pueda retener. Dentro del contenedor se lo coloca unos tubos de 10 cm que nos sirva de base y sobre esto colocar las diferentes capas, la primera capa que se coloca es una superficie de material plástica de la dimensión del contenedor con orificios, la finalidad de los orificios es permitir la caída de los elementos o residuos más pesados por efecto de gravedad a la parte interna del contenedor. Aquí se lo coloca una T de PVC, dos tubos y dos codos unan a cada extremo (en direcciones opuestas) para que se genere un remolino con la fuerza del chorro de agua. Seguidamente se coloca el tubo de salida que va desde el filtro mecánico al filtro biológico, luego se coloca la siguiente capa que tiene la función de sostener los elementos filtrantes, sobre ello se coloca 3 o 4 barreras de poli sombra plástico posteriormente se coloca 1 a 2 barreras de guata y perlón, finalmente se lo coloca 2 piedras para hacer presión.

El segundo filtro es el filtro biológico que es la casa donde se desarrollan las bacterias benéficas, estas colonias de bacterias se van a encargar a limpiar el amoníaco, nitrito y nitratos del agua. Para ello lo primero que se le realiza es un orificio en la parte superior aproximadamente a la recta del orificio del otro contenedor para unirlos, se le instala el sifón en la base también le colocamos una salida al filtro biológico para el próximo contenedor.

Al igual que el filtro mecánico es este filtro vamos a necesitar que se cree un espacio vacío en la base del contenedor, este espacio va recoger las sustancias por gravedad y sobre la bandeja se coloca tapas de botellas descartables o cualquier otro elemento que no contamine el agua, finalmente se le coloca una salida para el siguiente contenedor.

La instalación del sistema NFT para el cultivo de albahaca (*Ocimum Basilicum*) está compuesto por 3 tuberías de PVC, en donde cada tubería cuenta con una entrada de agua y una salida, las tuberías son de tres pulgadas y 1.30 m de largo, cada una con 10 agujeros (con una capacidad de 30 canastillas para plantas). En la figura 5 se observa el grafico del sistema acuapónico.

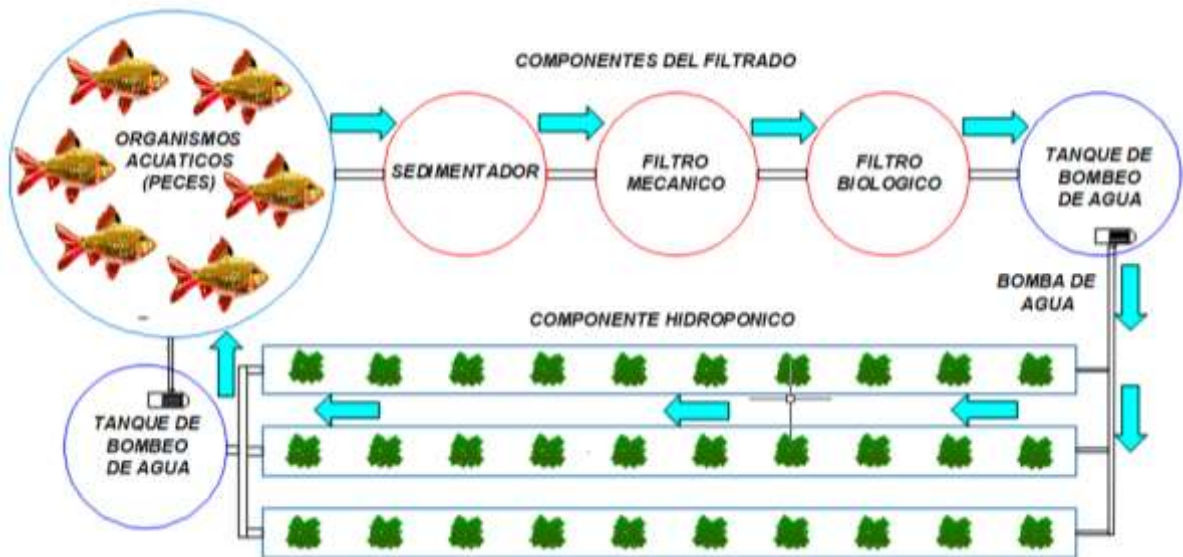


Figura 5: Sistema acuapónico

En la siguiente tabla muestra los tratamientos que se realizara dentro del sistema acuapónico, en donde se muestran los tratamientos (3X4) y para ello se cuenta con distintas cantidades de plantas por canastilla, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5: Número de tratamientos, cantidad de albahaca por canastillas, repeticiones y densidad de cultivo en los sistemas NFT.

| <i>Tratamientos</i> | <i>Densidad</i> | <i>Repeticiones</i> | <i>Cantidad de canastillas</i> | <i>Cantidad de albahaca</i> |
|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| T1 | 2 albahacas por canastilla | 4 | 10 canastillas | 20 |
| T2 | 4 albahacas por canastilla | 4 | 10 canastillas | 40 |
| T3 | 6 albahacas por Canastilla | 4 | 10 canastillas | 60 |

c) Puesto en marcha del sistema acuapónico.

El agua utilizada para la crianza del pez fue de pozo del lugar donde se está realizando el experimento, ya que el agua de tuberías contiene un porcentaje de cloro que esto impediría la proliferación de las bacterias nitrificantes y el desarrollo de los peces. Para ello el sistema acuapónico tiene que estar ciclado, en donde la concentración de amonio y nitrito tienen que estar en cero y solo tiene que existir en el agua el nitrato para así empezar con el trasplante de las plantas.

La crianza de trucha se realizó en un tanque de 750 litros con 500 litros de agua en donde se crío 45 alevines de 5 cm, dentro la primera semana se verifica el comportamiento, adaptabilidad y alimentación de la especie en el tanque. La alimentación de la trucha se realiza mediante la (tabla de Klontz), también dentro de ese periodo se realiza el ciclado del agua de la trucha, pasado estas dos semanas el agua se encuentra con los nutrientes aptos para cultivar la albahaca de ahí empieza los 30 días para la experimentación. La cantidad de alimento suministrada para los peces es importante porque evitaremos la sobre alimentación y mala nutrición, para ello el cálculo del alimento diario querido por cada pez es calculado por las tablas ya diseñadas por autores, como la tabla de Klontz y leitritz, Ver tabla 6.

Tabla 6: Tabla de leitritz para el cálculo de alimentación.

| PESO TRUCHA (Gramos) | 0,18 | 0,18 | 1,5 | 5,1 | 12 | 23 | 39 | 62 | 92 | 130 | 180 |
|----------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | 1,50 | 5,1 | 12 | 23 | 39 | 62 | 92 | | | 250 |
| TALLA TRUCHA (cm) | 2,5 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 22,5 | 25 |
| | T °C | 5,0 | 7,5 | 10 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 22,5 | 25 | 30 |
| 2 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 3 | 2,8 | 2,3 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| 4 | 3,1 | 2,5 | 2,0 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| 5 | 3,3 | 2,7 | 2,2 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| 6 | 3,6 | 3,0 | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| 7 | 3,9 | 3,2 | 2,6 | 2,0 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| 8 | 4,2 | 3,5 | 2,8 | 23,2 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,7 |
| 9 | 4,5 | 3,8 | 3,1 | 2,4 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| 10 | 4,9 | 4,2 | 3,3 | 2,6 | 2,0 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| 11 | 5,3 | 4,5 | 3,6 | 2,8 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,9 |
| 12 | 5,7 | 4,8 | 3,9 | 3,0 | 2,3 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| 13 | 6,2 | 5,2 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,1 |
| 14 | 6,7 | 5,6 | 4,5 | 3,5 | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| 15 | 7,2 | 6,0 | 4,9 | 3,8 | 2,8 | 2,3 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,3 |
| 16 | 6,7 | 5,6 | 4,5 | 3,5 | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| 17 | 6,2 | 5,2 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,1 |
| 18 | 5,7 | 4,8 | 3,9 | 3,9 | 3,0 | 2,3 | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |

Fuente: (Cuarite, 2015).

Para calcular correctamente es necesario tener los siguientes datos: Temperatura del agua (°C), cantidad de peces (unidad), peso (gramos) y/o talla promedio unitario por pez (cm) y biomasa.

- Primeramente, de determina la biomasa mediante la siguiente formula:

$$Biomasa (kg) = \frac{(Numero\ de\ peces * peso\ promedio\ (gr))}{1000}$$

- La tasa de alimentación (%) TA, se obtiene de la tabla de Klontz. De acuerdo a la tala promedio y temperatura del agua.
- Se aplica la formula siguiente:

$$Alimento\ diario = \frac{(biomasa * tasa\ de\ alimentacion)}{100}$$

Tabla 7: Relación de longitud y peso de la trucha.

| Relación de longitud y peso de la trucha | | | |
|--|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Longitud (centímetro) | Peso (gramos de un ejemplar) | Longitud (centímetros) | Peso (gramos de un ejemplar) |
| 2,0 | 0,11 | 16,5 | 54,3 |
| 2,5 | 0,18 | 17,0 | 60,0 |
| 3,0 | 0,40 | 17,5 | 65,8 |
| 3,5 | 0,61 | 18,0 | 72,1 |
| 4,0 | 0,86 | 18,5 | 78,8 |
| 4,5 | 1,15 | 19,0 | 86,6 |
| 5,0 | 1,49 | 19,5 | 92,0 |
| 5,5 | 2,18 | 20,0 | 98,0 |
| 6,0 | 2,87 | 20,5 | 105,0 |
| 6,5 | 3,72 | 21,0 | 112,0 |
| 7,0 | 4,60 | 21,5 | 119,0 |
| 7,5 | 5,60 | 22,0 | 128,0 |
| 8,0 | 6,70 | 22,5 | 136,0 |
| 8,5 | 7,90 | 23,0 | 145,0 |
| 9,0 | 9,20 | 23,5 | 154,0 |
| 9,5 | 10,53 | 24,0 | 163,0 |
| 10,0 | 12,00 | 24,5 | 172,0 |

Fuente: Modificado de la (FAO, 2014).

La calidad de agua está determinada por los parámetros físicos y químicos del agua, para ello se realiza el análisis en laboratorio de cada uno de los parámetros como temperatura, conductividad eléctrica, turbiedad, nitrito, nitrato, pH y oxígeno disuelto, los análisis serán comparados con los parámetros requeridos por la planta de albahaca (ver tabla 2) y por la calidad de agua que requiere la trucha (ver tabla 1).

El cultivo de albahaca (*Ocimum Basilicum*) ya seleccionado de acuerdo a sus criterios de inclusión es trasplantado al sistema NFT que es la técnica de película de nutrientes, para el trasplante de las plantulas primeramente se le realiza el lavado de raíces retirando restos de sustratos adheridas, seguidamente se procede a realizar las medidas de tamaño del tallo, tamaño de raíz, peso y número de hojas. Las plantas permanecerán en el sistema durante 30 días siendo verificados 1 vez a la semana, retirando las plantas

de albahaca se tomaran los datos, tamaño de tallo, raíz, peso y número de hojas, hasta finalizar el cultivo.

Para determinar el tamaño del tallo de la albahaca se realizara con una cinta métrica, en donde se realiza una vez a la semana que seria 4 veces de los 30 días, todos estos datos de las 12 muestras son registrados en fichas. De igual manera se realiza con medición de la longitud de las raíces.

El peso de la albahaca es realizado mediante una balanza digital en donde también se realiza 4 veces de los 30 días, y todo estos datos del peso son registrados en las fichas.

La número de hojas de la albahaca es realizado contando la cantidad de hojas verdaderas que tiene cada planta de albahaca y el color de las hojas es determinado mediante las apariencias por la déficit de nutrientes y estos datos son llenados en las fichas.

3.6 Método de análisis de datos

Para los resultados obtenidos se analizará mediante el método de varianza, donde tendrá tres tratamientos con cuatro repeticiones siendo el número de plantas como unidad experimental, donde se analizará la calidad agua dentro del sistema y el crecimiento de la planta, se utilizará el Programa Microsoft Excel para presentar las tablas y figuras con respectivo análisis.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la presente investigación “Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos, Cabanillas 2022” es que hemos respetado el derecho de autor, al citarlo y referenciarlo cada fuente utilizada. Los texto y referencias bibliográficas de la investigación fue citada con la norma ISO 690, como lo recomienda la entidad académica según sus normas de estudio. Además, será supervisado con el programa turnitin para determinar su originalidad, los resultados serán veraces sin alteración alguna guardando la ética de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*).

Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*), se muestran en la tabla 8:

Tabla 8: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua.

| TRATAMIENTO | MUESTRAS | PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS | | | | | | |
|---------------------------|----------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------|
| | | Temperatura (C°) | Conductividad eléctrica (µs/cm) | Turbiedad (UNT) | Nitrito (mg/l) | Nitrato (mg/l) | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Ph |
| T0 | M1 | 14.9 | 875 | 2.45 | 0.12 | 1.63 | 5.49 | 7.82 |
| T0 | M2 | 17.5 | 528 | 2.71 | 0.132 | 1.52 | 5.33 | 7.52 |
| T0 | M3 | 17 | 266.5 | 2.45 | 0.171 | 1.3 | 5.45 | 7.4 |
| T0 | M4 | 17.9 | 291 | 2.58 | 0.069 | 1.5 | 4.39 | 7.39 |
| PROMEDIO | | 16.83 | 490.1 | 2.55 | 0.12 | 1.49 | 5.17 | 7.53 |
| INDICE DE VARIANZA | | ±1.63 | ±244 | ±0.11 | ±0.04 | ±0.12 | ±0.45 | ±0.17 |

De la tabla 8 se observa que los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua como, temperatura, conductividad eléctrica, turbiedad, nitrito, nitrato oxígeno disuelto y pH. Donde el número de muestras fueron cuatro y el promedio de cada parámetro es, temperatura de 16.83°C, conductividad eléctrica 490.1 (µs/cm), turbiedad 2.55 UNT, nitrito 0.12 mg/l, nitrato 1.49 mg/l, oxígeno disuelto 5.17 mg/l y pH 7.53.

4.2 Los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) de los tres tratamientos

Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) después de intervenir en el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) de los tres tratamientos, se muestran en la tabla 9:

Tabla 9: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha de los tres tratamientos.

| TRATAMIENTOS | MUESTRAS | PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS | | | | | | |
|--------------|----------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|------|
| | | Temperatura (C°) | Conductividad eléctrica (µs/cm) | Turbiedad (UNT) | Nitrito (mg/l) | Nitrato (mg/l) | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Ph |
| T1 | M1 | 13.7 | 858 | 2.38 | 0.112 | 1.45 | 5.28 | 7.77 |
| T1 | M2 | 17.6 | 520 | 2.37 | 0.128 | 1.2 | 5.02 | 7.45 |
| T1 | M3 | 16.7 | 233.5 | 2.36 | 0.142 | 1.1 | 5.34 | 7.32 |
| T1 | M4 | 17.9 | 268 | 2.18 | 0.054 | 1.5 | 5.16 | 7.42 |
| T2 | M1 | 13.6 | 845 | 2.35 | 0.103 | 1.35 | 5.48 | 7.79 |
| T2 | M2 | 17.2 | 510 | 2.16 | 0.113 | 1.15 | 5.35 | 7.54 |
| T2 | M3 | 16.6 | 203 | 2.12 | 0.125 | 0.93 | 5.64 | 7.37 |
| T2 | M4 | 18 | 251 | 1.85 | 0.048 | 1.3 | 5.25 | 7.48 |
| T3 | M1 | 14.2 | 838 | 2.29 | 0.109 | 1.28 | 5.38 | 7.69 |
| T3 | M2 | 17.4 | 458 | 1.99 | 0.103 | 1.09 | 5.44 | 7.51 |
| T3 | M3 | 17.2 | 173.5 | 1.96 | 0.097 | 0.83 | 5.66 | 7.32 |
| T3 | M4 | 17.9 | 238 | 1.61 | 0.038 | 1.2 | 5.46 | 7.47 |

De la tabla 9 se observa los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua como temperatura, conductividad eléctrica, turbiedad, nitrito, nitrato, oxígeno disuelto y pH de los tres tratamientos, tratamiento 1 (dos plantas) tratamiento 2 (cuatro plantas) y tratamiento 3 (seis plantas), cada uno con cuatro muestras para realizar el análisis de varianza.

a. Análisis estadístico para el parámetro temperatura

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de temperatura se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.215 | 0.1075 | 0.03 | 0.9689 |
| ERROR | 9 | 30.545 | 3.39388889 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 30.76 | | | |

CV = 11.17 %

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$).

De la tabla 10 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta Ho, esto significa que no hay efecto real de los tratamientos sobre la temperatura, trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la tabla 11.

Tabla 11: Prueba de contraste de Tukey para la temperatura

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 16.675 | T3 |
| A | 16.475 | T1 |
| A | 16.35 | T2 |

De la tabla 11 se observa que no hay significancia, al comparar el T3, T1 y T2 todos comparten una letra que es la A y la única letra que tienen, por ende, sus medidas son bastantes parecidas como 16.675, 16.475 y 16.35.

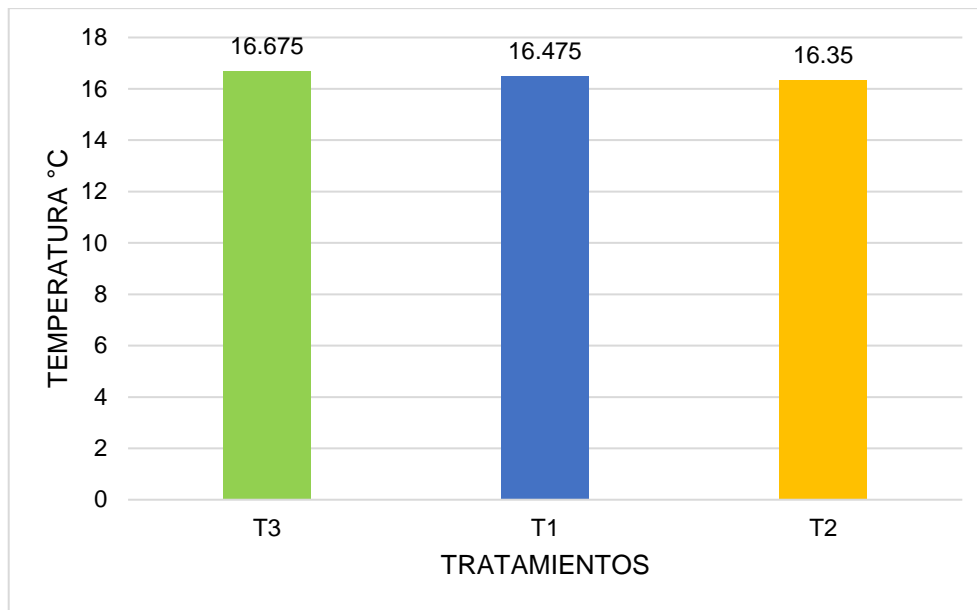


Figura 6: Efecto de los tratamientos sobre la temperatura

De la figura 6 se observa que la mayor temperatura mostró el tratamiento T3 con 16.675 °C, seguida por el tratamiento T1 con 16.475 °C y tratamiento T2 con 16.35 °C.

b. Análisis estadístico para el parámetro conductividad eléctrica

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de turbiedad se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Análisis de varianza (ANOVA) para la conductividad eléctrica

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 3738 | 1869 | 0.02 | 0.979 |
| ERROR | 9 | 779860 | 86651 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 783598 | | | |

CV = 59.36 %

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$).

De la Tabla 12 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 , esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Prueba de contraste de Tukey para la conductividad eléctrica.

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 470 | T1 |
| A | 452 | T2 |
| A | 427 | T3 |

De la Tabla 13 se observa que no hay significancia, por las letras iguales, la lectura es que todos los tratamientos son iguales, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

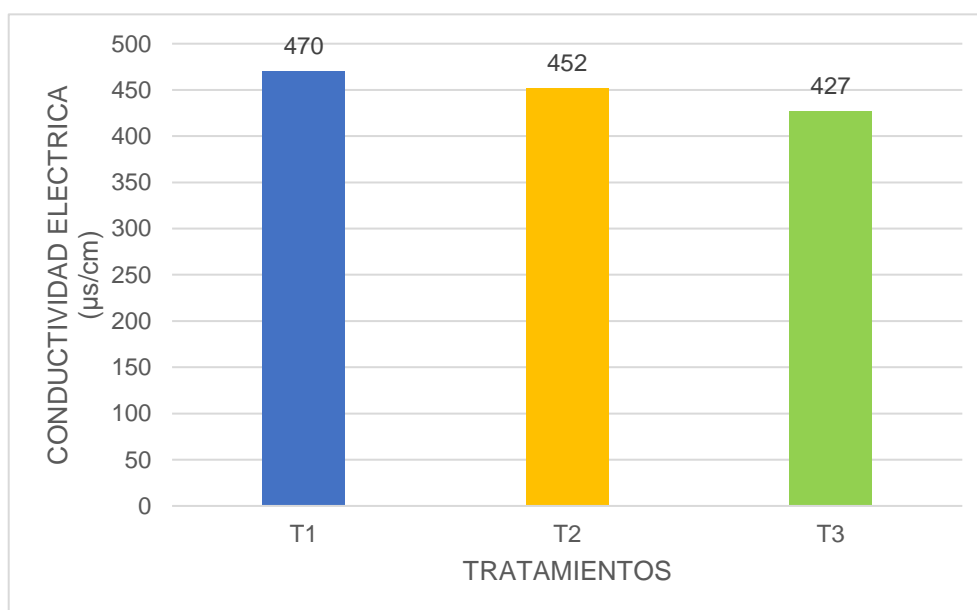


Figura 7: Efecto de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica

De la Figura 7 se observa que la tendencia es a mayor densidad de plantas de albahaca bajo la conductividad eléctrica, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son iguales.

c. Análisis estadístico para el parámetro Turbiedad

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de turbiedad se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) para la turbiedad.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.26055 | 0.130275 | 3.03 | 0.0986 |
| ERROR | 9 | 0.38695 | 0.04299444 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 0.6475 | | | |

CV = 9.71%

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$).

De la Tabla 14 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la Ho, esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre la turbiedad, trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15: Prueba de contraste de Tukey para la turbiedad.

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 2.32 | T1 |
| A | 2.12 | T2 |
| A | 1.96 | T3 |

De la Tabla 15 se observa que no hay significancia, por las letras iguales, la lectura es que todos los tratamientos son iguales, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

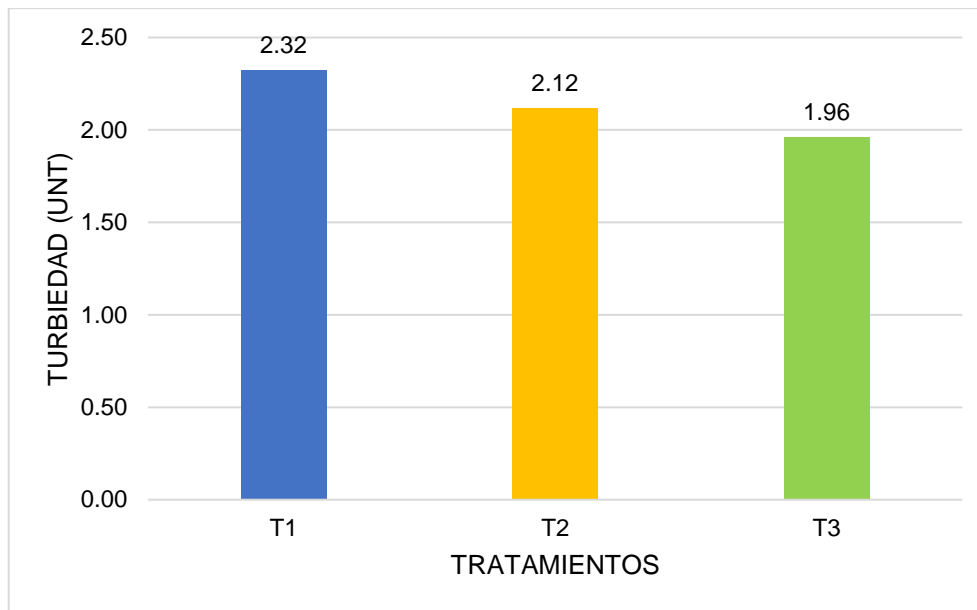


Figura 8: Efecto de los tratamientos sobre la turbiedad

De la Figura 8 se observa que la tendencia es a mayor dosis baje la turbiedad, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son iguales

d. Análisis estadístico para el parámetro Nitrito

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de nitrito se muestran en la tabla 16.

Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) para el nitrito

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.00099117 | 0.00049558 | 0.4 | 0.6828 |
| ERROR | 9 | 0.0112015 | 0.00124461 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 0.01219267 | | | |

CV = 36.12 %

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando Pr > 0.05)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando Pr < 0.05).

De la Tabla 16 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 , esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre el nitrato trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17: Prueba de contraste de Tukey para el nitrato

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 0.109 | T1 |
| A | 0.09725 | T2 |
| A | 0.08675 | T3 |

De la Tabla 17 se observa que no hay significancia, por las letras iguales, la lectura es que todos los tratamientos son casi iguales, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

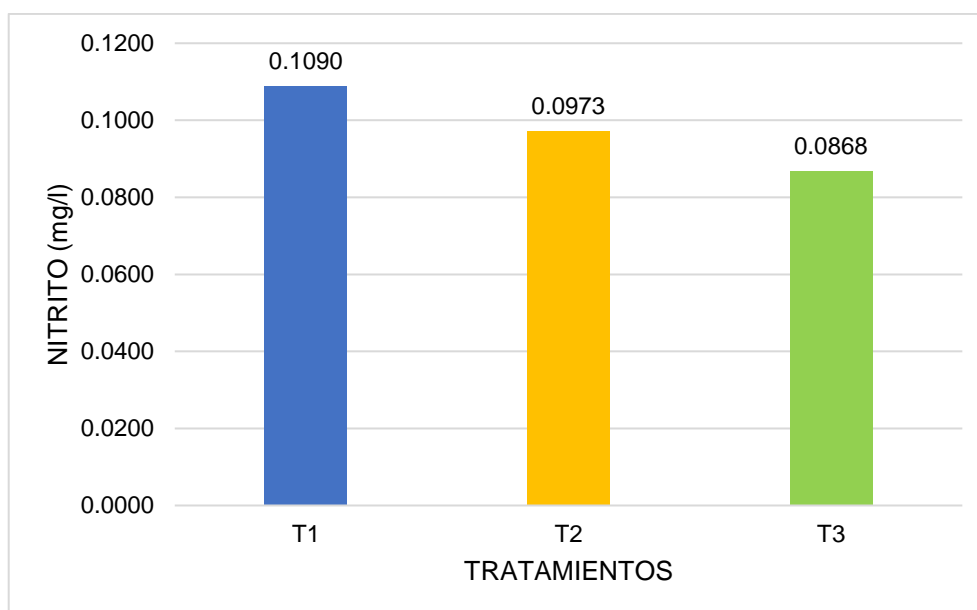


Figura 9: Efecto de los tratamientos sobre el nitrato

De la Figura 9 se observa que la tendencia es a mayor densidad de plantas de albahaca bajo el nitrato, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son iguales.

e. Análisis estadístico para el parámetro Nitrato

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de nitrato se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Análisis de varianza (ANOVA) para el nitrato

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.09181667 | 0.04590833 | 1.24 | 0.3352 |
| ERROR | 9 | 0.33395 | 0.03710556 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 0.42576667 | | | |

CV = 16.07

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$).

De la Tabla 18, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la Ho, esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre el nitrato trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19: Prueba de contraste de Tukey para el nitrato

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 1.313 | T1 |
| A | 1.183 | T2 |
| A | 1.100 | T3 |

De la Tabla 19 se observa que no hay significancia, porque las letras son iguales, la lectura A es que todos los tratamientos son bastantes parecidas, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

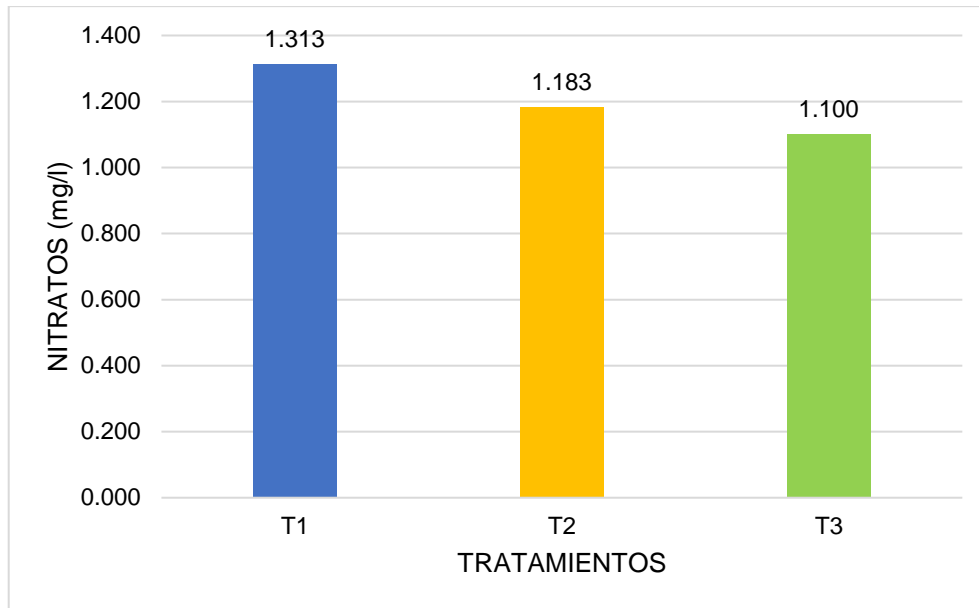


Figura 10: Efecto de los tratamientos sobre el nitrato

De la figura 10 se observa que la tendencia es a mayor densidad de plantas de albahaca por tratamiento baja el nitrato, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son parecidas.

f. Análisis estadístico para el parámetro Oxígeno disuelto

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro del oxígeno disuelto se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Análisis de varianza (ANOVA) para el oxígeno disuelto

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.18286667 | 0.09143333 | 4.34 | 0.48 |
| ERROR | 9 | 0.1897 | 0.02107778 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 0.37256667 | | | |

CV 0 2.7 %

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$)

De la Tabla 20 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 , esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre el oxígeno disuelto, trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21: Prueba de contraste de Tukey para el oxígeno disuelto

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 5.485 | T3 |
| A | 5.43 | T2 |
| A | 5.2 | T1 |

De la Tabla 21 se observa que no hay significancia, por las letras iguales, la lectura es que todos los tratamientos son iguales, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

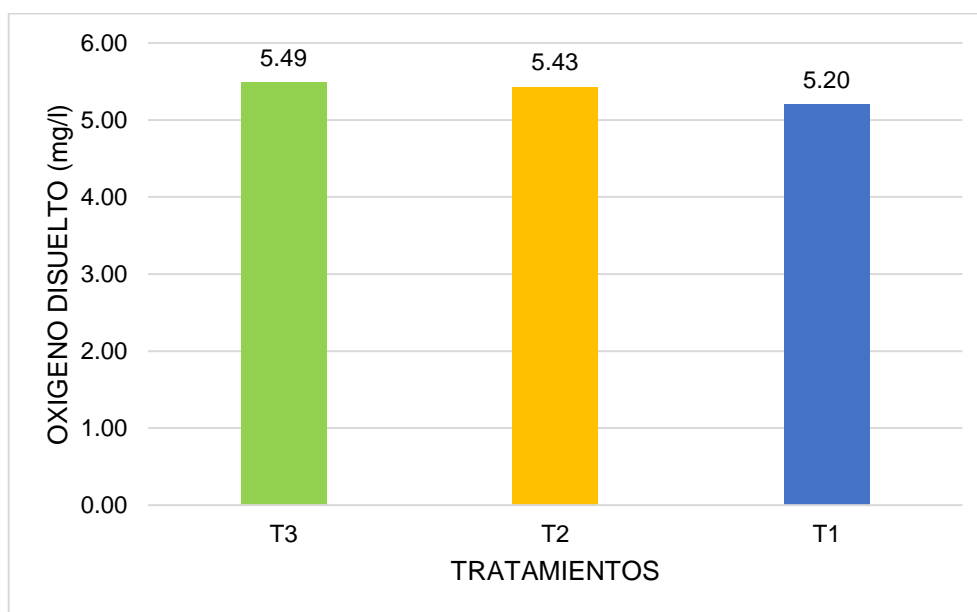


Figura 11: Efecto de los tratamientos sobre el oxígeno disuelto

De la Figura 11 se observa que la tendencia es a mayor densidad de plantas aumenta el oxígeno disuelto, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son iguales

g. Análisis estadístico para el parámetro pH.

Los resultados del análisis de varianza determinados para el parámetro de pH se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22: Análisis de varianza (ANOVA) para el pH.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. VALOR | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------|--------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.00886667 | 0.00443333 | 0.14 | 0.8703 |
| ERROR | 9 | 0.2828 | 0.03142222 | | |
| SUMA TOTAL | 11 | 0.29166667 | | | |

CV = 2.36 %

Las hipótesis para el análisis de varianza, que son los mismos que las hipótesis del trabajo.

Ho = todos los tratamientos iguales (este se acepta cuando $Pr > 0.05$)

Ha = al menos un tratamiento es diferente (este se acepta cuando $Pr < 0.05$)

De la Tabla 22 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, porque el valor de $Pr > 0.05$ por lo que se acepta la Ho, esto significa que no hay un efecto real de los tratamientos sobre el pH, trate con la cantidad que sea.

Para corroborar la significancia se hizo la prueba de contraste de Tukey y se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23: Prueba de contraste de Tukey para el pH

| SIGNIFICANCIA | PROMEDIO | TRATAMIENTOS |
|---------------|----------|--------------|
| A | 7.545 | T2 |
| A | 7.49 | T1 |
| A | 7.485 | T3 |

De la Tabla 23 se observa que no hay significancia, por las letras iguales, la lectura es que todos los tratamientos son casi iguales, sin embargo, numéricamente el tratamiento 3 es el mejor por poseer el menor valor.

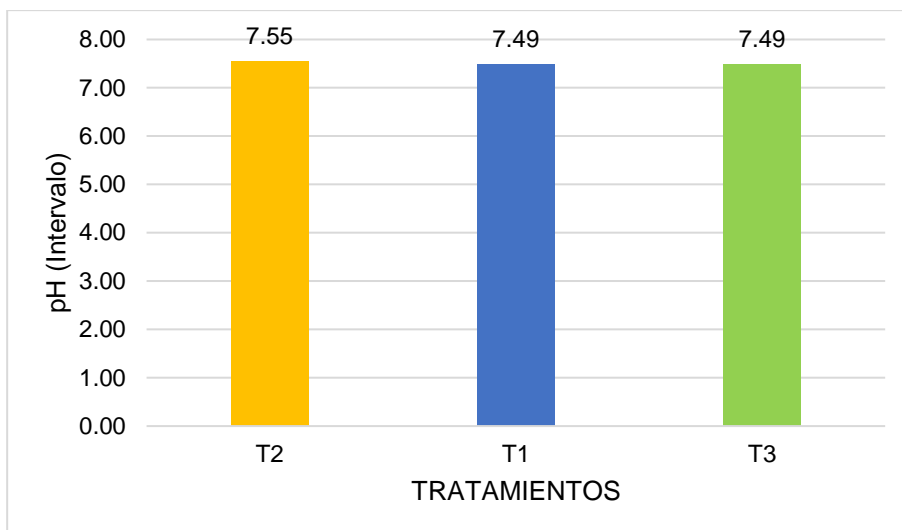


Figura 12: Efecto de los tratamientos sobre el pH

De la Figura 12 se observa que la tendencia es a mayor densidad de plantas baje el pH, pero este es numéricamente, puesto que estadísticamente son iguales.

4.3 Características botánicas de la albahaca

Los resultados totales de los tres tratamientos y sus repeticiones se encuentran en el Anexo N°03, y los resultados de los promedios se detallan en la tabla 24:

Tabla 24: Resultados de las características botánicas de la albahaca

| TRATAMIENTOS | SEMANAS | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de Rais (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (unidad) |
|--------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------|--------------------------|
| T1 | S1 | 5.1 | 3.5 | 2.8 | 10.3 |
| T1 | S2 | 8.4 | 5.5 | 3.5 | 18.4 |
| T1 | S3 | 11.3 | 6.7 | 4.8 | 26.4 |
| T1 | S4 | 14.4 | 8.1 | 6.1 | 33.1 |
| T2 | S1 | 4.9 | 2.6 | 2.5 | 7.1 |
| T2 | S2 | 7.7 | 4.5 | 3.1 | 14.3 |
| T2 | S3 | 10.6 | 5.8 | 4.1 | 22.2 |
| T2 | S4 | 12.8 | 6.3 | 5.3 | 28.6 |
| T3 | S1 | 4.7 | 2.3 | 2.2 | 5.5 |
| T3 | S2 | 7.2 | 4.2 | 2.8 | 11.8 |
| T3 | S3 | 9.4 | 5.2 | 3.8 | 18.6 |
| T3 | S4 | 12.1 | 5.6 | 4.6 | 25.5 |

De la tabla 24 se observa los resultados en promedio de las repeticiones realizadas de las características botánicas de detallan en las siguientes tablas:

Tabla 25: Resultados del tamaño del tallo

| Tratamientos | Tamaño de tallo (cm) | | | |
|--------------|----------------------|----------|----------|----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| T1 | 5.1 | 8.4 | 11.3 | 14.4 |
| T2 | 4.9 | 7.7 | 10.6 | 12.8 |
| T3 | 4.7 | 7.2 | 9.4 | 12.1 |

De la tabla 25 se observa los resultados obtenidos del tamaño del tallo de los 3 tratamientos realizados, en el tratamiento 1 en la primera semana es 5.1 cm, en la segunda semana 8.4 cm, en la tercera semana 11.3 cm y en la cuarta semana 14.4 cm. En el tratamiento 2 en la primera semana es 4.9 cm, en la segunda semana 7.7 cm, en la tercera semana 10.6 cm y en la cuarta semana 12.8 cm. En el tratamiento 3 en la primera semana es de 4.7 cm, en la segunda semana 7.2 cm, en la tercera semana 9.4 cm y en la cuarta semana 12.1.

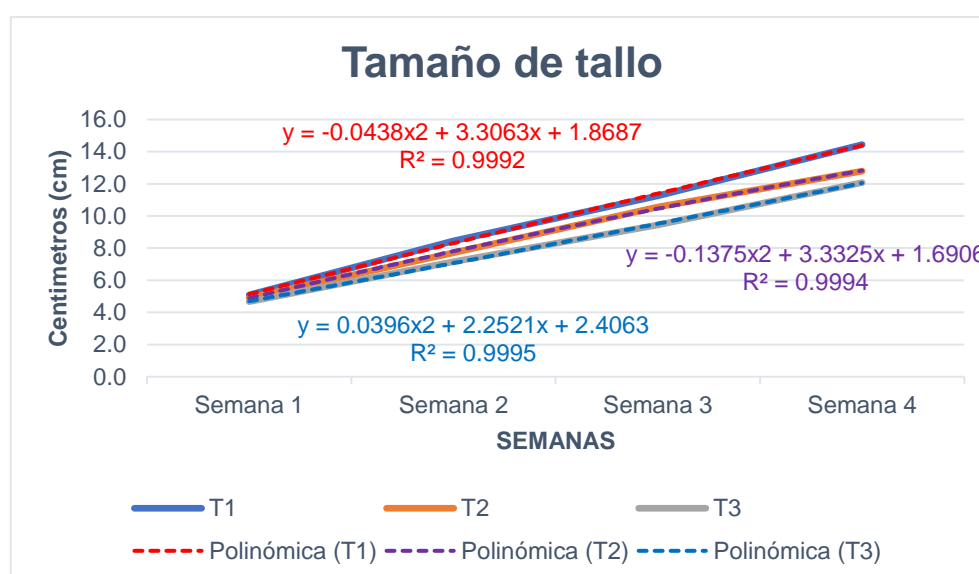


Figura 13: Valores del tamaño del tallo de la albahaca de los tres tratamientos

De la figura 13 se observa la tendencia del tamaño del tallo de albahaca de los tres tratamientos en el transcurso de las semanas, donde se muestra la fórmula de regresión, que nos permitirá saber cuánto más va crecer la planta en un tiempo determinado y R^2 que nos muestra el nivel de confianza que tiene la regresión.

Tabla 26: Resultados del tamaño de la raíz

| Tratamientos | Tamaño de Raíz (cm) | | | |
|--------------|---------------------|----------|----------|----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| T1 | 3.5 | 5.5 | 6.7 | 8.1 |
| T2 | 2.6 | 4.5 | 5.8 | 6.3 |
| T3 | 2.3 | 4.2 | 5.2 | 5.6 |

De la tabla 24 se observa los resultados obtenidos del tamaño de la raíz de los 3 tratamientos realizados durante cuatro semanas, y para ello en el tratamiento 1 (con 2 albahacas) en la primera semana se obtuvo 3.5 cm, en la segunda semana 5.5 cm, en la tercera semana 6.7 cm y la cuarta semana 8.1 cm. En el tratamiento 2 (con 4 albahacas por canastillas) en la primera semana se obtuvo 2.6 cm, en la segunda semana 4.5 cm, en la tercera semana 5.8 cm y en la cuarta semana 6.3 cm. Finalmente en el tratamiento 3 (con 6 albahacas) en la primera semana se obtuvo 2.3 cm, en la segunda semana 4.2 cm, en la tercera semana 5.2 cm y en la cuarta semana 5.6 cm.

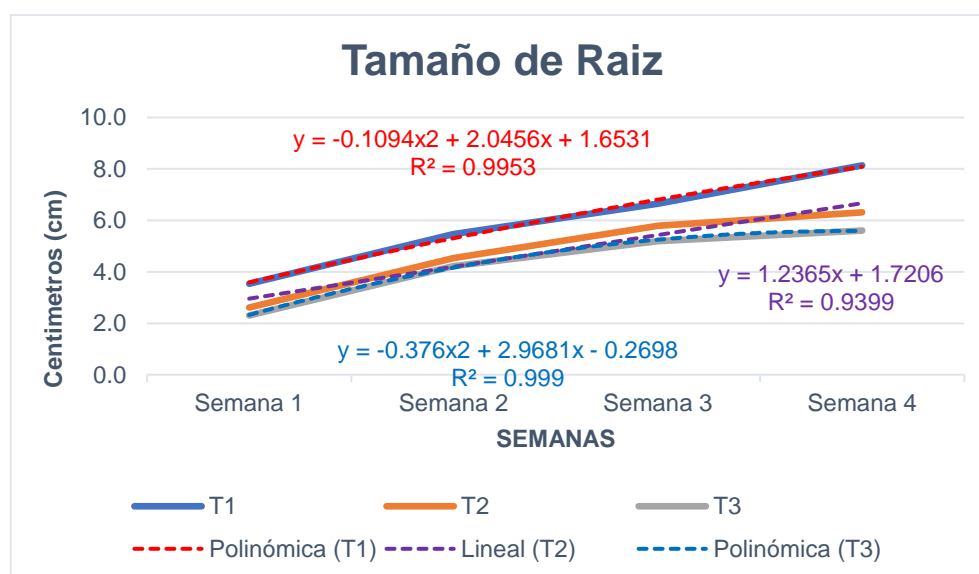


Figura 14: Valores del tamaño de raíz de la albahaca de los tres tratamientos

De la figura 14 se observa la tendencia del tamaño de la raíz de los tres tratamientos en el transcurso de las semanas, donde se muestra la fórmula de regresión, que nos permitirá saber cuánto más va crecer la planta en un tiempo determinado y R² que nos muestra el nivel de confianza que tiene la regresión.

Tabla 27: Resultados del peso de la albahaca de los tres tratamientos

| Tratamientos | Peso (Kg) | | | |
|--------------|-----------|----------|----------|----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| T1 | 2.8 | 3.5 | 4.8 | 6.1 |
| T2 | 2.5 | 3.1 | 4.1 | 5.3 |
| T3 | 2.2 | 2.8 | 3.8 | 4.6 |

De la tabla 25 se observa los resultados obtenidos del peso de los 3 tratamientos realizados, para ello en el tratamiento 1 (con 2 albahacas) en la primera semana se obtuvo 2.8 gramos, en la segunda semana 3.5 gramos en la tercera semana 4.8 gramos y la cuarta semana 6.1 gramos. En el tratamiento 2 (con 4 albahacas por canastillas) en la primera semana se obtuvo 2.5 gramos, en la segunda semana 3.1 gramos, en la tercera semana 4.1 gramos y en la cuarta semana 5.3 gramos. Finalmente, en el tratamiento 3 (con 6 albahacas) en la primera semana se obtuvo 2.2 gramos, en la segunda semana 2.8 gramos, en la tercera semana 3.8 gramos y en la cuarta semana 4.6 cm.

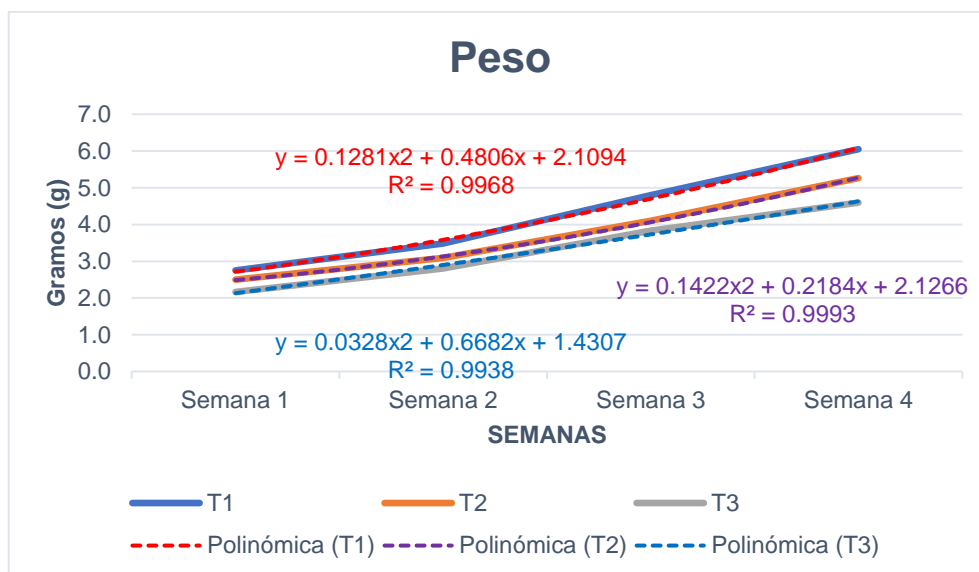


Figura 15: Valores del peso de la albahaca de los tres tratamientos

De la figura 15 se observa la tendencia del peso de albahaca de los tres tratamientos en el transcurso de las semanas, donde se muestra la fórmula de regresión, que nos permitirá saber cuánto más va crecer la planta en un tiempo determinado y R² que nos muestra el nivel de confianza que tiene la regresión.

Tabla 28: Resultados del número de hojas de la albahaca de los tres tratamientos

| Tratamientos | Numero de hojas (unidad) | | | |
|--------------|--------------------------|----------|----------|----------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| T1 | 10 | 18 | 26 | 33 |
| T2 | 7 | 14 | 22 | 29 |
| T3 | 6 | 12 | 19 | 25 |

De la tabla 26 se observa los resultados obtenidos del número de hojas de los 3 tratamientos realizados, para ello se contó como hoja ha tamaños mayores de 1 cm y en el tratamiento 1 (con 2 albahacas) en la primera semana se obtuvo 10 hojas, en la segunda semana 18 hojas, en la tercera semana 26 hojas y la cuarta semana 33 hojas. En el tratamiento 2 (con 4 albahacas por canastillas) en la primera semana se obtuvo 7 hojas, en la segunda semana 14 hojas, en la tercera semana 22 hojas y en la cuarta semana 29 hojas. Finalmente, en el tratamiento 3 (con 6 albahacas) en la primera semana se obtuvo 6 hojas, en la segunda semana 12 hojas, en la tercera semana 19 hojas y en la cuarta semana 25 hojas.

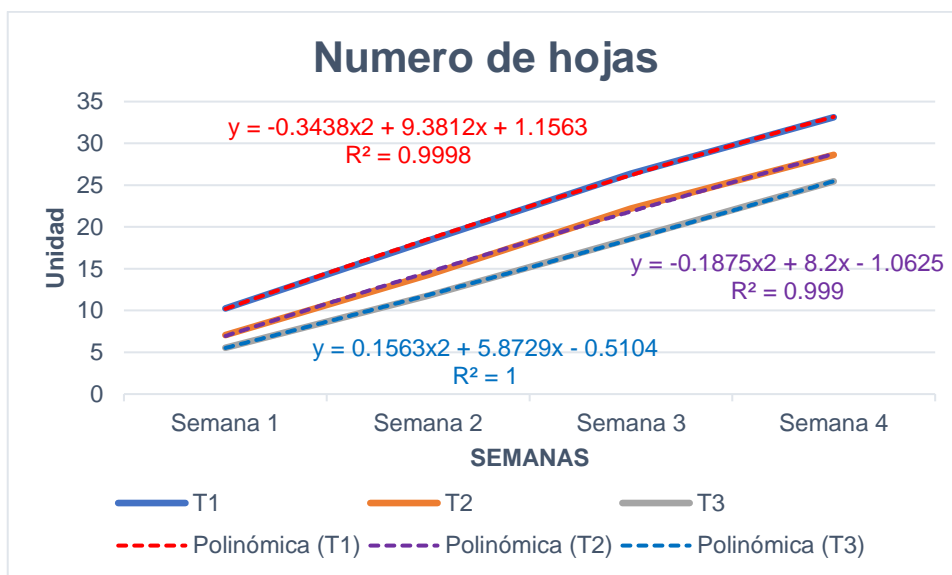


Figura 16: Valores del número de hojas de la albahaca de los tres tratamientos

De la figura 16 se observa la tendencia del número de hojas de la albahaca de los tres tratamientos, en el transcurso de las semanas y donde se muestra la fórmula de regresión, que nos permitirá saber cuánto más va crecer la planta en un tiempo determinado y R^2 que nos muestra el nivel de confianza que tiene la regresión.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de albahaca durante las cuatro semanas, muestran que cada parámetro fue descendiendo en el transcurso de las muestras analizadas y se obtuvo un promedio de temperatura 16.8 °C, conductividad eléctrica 490.1 µs/cm, turbiedad 2.55 mg/l, nitrito 0.12 mg/l, nitrato 1.49 mg/l, oxígeno disuelto 5.17 mg/l y pH 7.5. Al comparar con los antecedentes (Somerville et al., 2014) indica que la calidad de agua para peces, como la temperatura tiene que estar entre 22 – 32 °C, un pH de 6 – 8.5, nitrito <1, nitrato <400 y OD 4 – 6, para plantas temperatura 16 – 30, pH 5.5 – 7.5 nitrito <1 y OD >3, donde los parámetros obtenidos están en los rangos establecidos.

De los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del agua de los tres tratamientos, utilizados a diferentes densidades de albahaca resulto no significativo para todos los parámetros analizados, para ello la temperatura del agua en promedio fue de Tratamiento 1 con 16.5 °C, Tratamiento 2 con 6.4 °C y Tratamiento 3 con 16.7 °C, dentro los cuales la tendencia de los valores de la temperatura está en relación del clima. Al comparar con los antecedentes (Castañeda, 2019) indico que los valores de temperatura deben fluctuar de los 18 a 30 °C y (Diver, 2006) indica que la temperatura para el desarrollo óptimo de la albahaca es de 20 a 25 °C. y (FAO, 2014) en el manual para el cultivo de trucha la temperatura del agua es de 13 a 18 °C lo que se acerca los parámetros obtenidos.

Los resultados obtenidos de la conductividad eléctrica de los tres tratamientos se obtuvieron un promedio de Tratamiento 1 con 470 µs/cm, Tratamiento 2 con 452 µs/cm, y Tratamiento 3 con 427 µs/cm, donde la conductividad eléctrica tiene una dependencia en cada tratamiento según las muestras realizadas, por el hecho que este parámetro mide las sales y carbonatos presentes en el agua y al momento de pasar por los tratamientos donde se encuentra con diferentes densidades de plantas estas sales y carbonatos son mineralizados por los microorganismos y las plantas, esto mismo indico (candarle, 2014) al analizar la conductividad eléctrica. Al comparar con los antecedentes (Guevara, 2020) obtuvo una conductividad eléctrica de 463 µs/cm, donde este resultado es semejante a los promedios obtenidos del estudio, (Carrión y Córdova, 2020) encuentra valores menores de

121.2 $\mu\text{s/cm}$ y (Valdez, 2017) en su estudio obtuvo 915.3 $\mu\text{s/cm}$ valores mayores en los sistemas.

Los resultados obtenidos de la turbiedad del agua de los tres tratamientos en promedio son de Tratamiento 1 con 2.32 UNT, Tratamiento 2 con 2.12 UNT y el Tratamiento 3 con 1.96 UNT. De los cuales tienen una descendencia en el transcurso del análisis, porque el agua al circular por los tratamientos las raíces de las plantas ayudan a filtrar un poco las partículas presentes en el agua, a mayor densidad de plantas menor será la turbiedad del agua, (AZNAR, 2000) menciona que el cultivo en los sistemas de recirculación acuapónica ayuda a retener las partículas o sólidos suspendidos. Al comparar con los antecedentes (Guevara, 2020) obtuvo la turbiedad del agua es 1.27 UNT que se aproxima al resultado del al tratamiento 3 de 1.96 UNT, (Vargas, 2017) obtiene los valores de 1.20 UNT en el sistema de recirculación siendo similares a (Guevara, 2020).

Los resultados obtenidos del nitrito de los tres tratamientos en promedio es Tratamiento 1 con 0.109 mg/l, Tratamiento 2 con 0.09725 mg/l y el Tratamiento 3 0.08675 mg/l, donde el nitrito va disminuyendo en el transcurso del análisis, porque las bacterias llamadas Nitrobacter existentes en todo sistema acuapónico se alimentan del nitrito del agua para transformarlo a nitrato, lo cual tiene concordancia con la investigación de (Vargas, 2017) donde obtuvo las concentraciones de nitrito a 0.07 mg/l asemejándose a T3 y (Muñoz, 2014) indica que los sistemas de recirculación el nitrito no representa un peligro en los estanques por el proceso bacteriano. Así mismo (Pandales y Santos, 2017) menciona que a mayores de 5 mg/l es tóxico.

Los resultados obtenidos del nitrato del agua de los tratamientos en promedio es Tratamiento 1 con 1.313 mg/l, Tratamiento 2 con 1.183 mg/l y el Tratamiento 3 con 1.100 mg/l. Estos resultados de los tres tratamientos tienen una descendencia en el transcurso del análisis por que el nitrato presente en el agua es asimilado por las plantas para su desarrollo, al comparar con los antecedentes (Pandales y Santos, 2017) indica que el comportamiento de nitrato para plantas es de 40-200 mg/l, así mismo (Castañeda, 2019) obtuvo 0.512 mg/l en el primer muestreo y 0.11 mg/l en el segundo que muestreo en el sistema acuapónico.

Los resultados obtenidos del oxígeno disuelto del agua de los tres tratamientos en promedio fue Tratamiento 1 con 5.20 mg/l Tratamiento 2 con 5.43 mg/l y el Tratamiento 3 5.49 mg/l, donde el oxígeno disuelto tiene una ascendencia en cada tratamiento, por el hecho de que este parámetro está estrechamente relacionado con la temperatura del agua, mayor temperatura menor será el oxígeno en el agua, (Bañuelos, 2017) Indica que los valores aceptables son 5 mg/l donde los tratamiento se acerca a estos valores, por otro lado (Carrión y Córdova, 2020) el oxígeno disuelto en su tratamiento estuvo en rango de 5.83 mg/l – 6.92 mg/l que se asemeja (Juárez, 2016).

Los resultados obtenidos del pH de los tres tratamientos en promedio fue Tratamiento 1 con 7.49, Tratamiento 2 con 7.55 y el Tratamiento 3 con 7.48. El comportamiento del pH es variado fluctuando en un ciclo diurno y es influenciada por la concentración del dióxido de carbono CO₂, durante el día el CO₂ con la presencia de sol es utilizado por las plantas para la fotosíntesis lo que ocasiona un aumento en el pH, en la noche la actividad fotosíntesis se detiene e incrementa el CO₂, lo que causa una disminución del pH (Juárez, 2017) en su investigación en el sistema acuapónico tuvo un pH de 7.2 – 8 que se aproxima a los tres tratamientos. Al comparar con los antecedentes (Carrión y Córdova, 2020) el valor de su pH está en 7, así mismo (Guevara Bustamante, 2020) Menciona en su estudio el pH antes de entra al cultivo es de 6.48 y a la salida del cultivo es de 7.9. Por otro lado (Pandales y Santos, 2017) indica que el comportamiento del pH para las plantas es de 7.3 y para peces 7.6.

De las características botánicas del cultivo de albahaca en el sistema acuapónico se observa una tendencia de las cuatro características analizadas en el transcurso de las semanas, para ello el tamaño del tallo en el tratamiento 1 se observó un mayor crecimiento de los tratamientos 2 y 3, porque al ser dos plantas no luchan por los nutrientes y tienden a tener más posibilidades de adquirir los nutrientes presentes del agua y su desarrollo es de forma pareja, en cuanto a los tratamientos 2 y 3 su crecimiento es menor y las plantas crecen de diferentes tamaños ya que existe una lucha entre ellos por adquirir los nutrientes que existe en el agua. Al comparar con los antecedentes (Castañeda, 2019) en su investigación en la primera muestra el tamaño promedio fue de 5.58 cm, en la segunda muestra 6.71

cm, tercera muestra 8.29 cm y en cuarta semana es de 10.29 cm y en la quinta semana 13.04 cm y en la última semana 16.83 cm.

Los resultados del tamaño de la raíz del cultivo de albahaca de los diferentes tratamientos muestran una tendencia de acuerdo al crecimiento de la raíz durante el transcurso de las semanas, el tratamiento 1 resultó con mayor crecimiento de su raíz por el espacio que tiene en la tubería, en cuanto el tratamiento 2 y 3 muestran un crecimiento lento y las raíces de las plantas tienden a enredarse entre sí, por ello a mayor cantidad de plantas por canastillas su crecimiento es menor y se tiene dificultad de separar al momento de realizar su respectiva medición. Al comparar con antecedentes (Valdez, 2018) realiza su estudio utilizando un solo filtro para el sistema, en cuanto en mi estudio el sistema acuapónico contó con tres filtrados, con el objetivo de evitar el ingreso de sólidos a las raíces de las plantas.

De los resultados obtenidos del peso de la albahaca de los tres tratamientos indican que el mayor peso por planta obtuvo el tratamiento 1, a diferencia de los tratamientos 2 y 3, el peso de estos dos tratamientos se ve afectado por el crecimiento, desarrollo lento y también por la ruptura de algunas fibras de las raíces al momento de sacar y separar para su respectivo pesaje ya que se encontraron enredadas entre sí. Al comparar con antecedentes (Pandales y Santos, 2017) indica que la albahaca Genovese tuvo mejor desarrollo obteniendo un inicial de 0.07 gramos aumentando a 24.4 gramos. (Morales, 2019) mencionó que en su estudio en cada corrida obtuvo un peso inicial promedio de 3 g y 4.38 g en un periodo de 16 y 24 días.

Los resultados obtenidos del número de hojas de albahaca de los tres tratamientos van en relación del crecimiento de la planta y de los nutrientes que adsorben cada planta para su desarrollo, en donde en tratamiento 1 el número de hojas es mayor porque su crecimiento rápido, en cuanto a los tratamientos 2 y 3 el número de hojas es poco y de crecimiento lento.

VI. CONCLUSIONES

Se determino los parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) para el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en Sistemas acuapónicos, donde los resultados obtenidos son, temperatura 16.8 °C, conductividad eléctrica de 490.1 $\mu\text{s/cm}$, turbiedad 2.55 UNT, nitrito 0.12 mg/l, nitrato 1.49 mg/l, oxígeno disuelto 5.17 mg/l y pH 7.53.

Con respecto a la determinación de la densidad de siembra del cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) los resultados obtenidos de los tres tratamientos a diferentes densidades se encontraron que no existe significancia ($P > 0.05$) y según tukey el tratamiento 3 fue el mejor, la mejora de la calidad del agua fue no significativo para todos los parámetros fisicoquímicos del agua, sin embargó el que mejor obtuvo fue el tratamiento tres.

De la descripción de las características botánicas del cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) de los tres tratamientos realizados se obtuvo que el tratamiento 1 tiene mayor desarrollo vegetativo con un tamaño de tallo de 14.4 cm, tamaño de la raíz 8.1cm, peso es de 6.1 gramos y el número de hojas de 33.

VII. RECOMENDACIONES

Hacer mayores trabajos sobre el análisis no solo los parámetros fisicoquímicos del agua sino también los parámetros microbiológicos en los sistemas acuapónicos de cultivo de vegetales de consumo humano.

Realizar mayores trabajos sobre los análisis de los parámetros químicos de las aguas de crianza de trucha

Realizar mayores trabajos en la evaluación del tiempo de recirculación y flujo de agua para cada tipo de cultivo de hortalizas.

Ampliar los conocimientos en reingreso de nutrientes de los sistemas acuapónicos para obtener mejores rendimientos

REFERENCIAS

- AZNAR, A., 2000. *Determinación de los Parámetros Físicos-Químicos de Calidad de las Aguas*. S.l.: s.n.
- BAÑUELOS, J.R., 2017. *ACUAPONIA: PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO*. S.l.: s.n.
- BAUTISTA, J. y RUIZ, J., 2011. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. *rección de Fortalecimiento a la Investigación, Universidad Autónoma de Nayarit. México*,
- BELTRANO, J. y GIMENEZ, D., 2015. *Cultivo en hidroponía*. S.l.: s.n.
- CALIDAD DEL AGUA, 2019. agroambient.gva.es. *17 de stiembre 2019* [en línea], Disponible en:
https://agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_5_1/index.html.
- CANDARLE, P., 2014. *Centro Nacional de desarrollo Acuícola (CENADAC), "Técnicas de acuaponía"* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59872871/160831_Tecnicas_de_Acuaponia20190626-82641-1bngeh9-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1638574963&Signature=O7NuAQxpy8VqOq8TdJMAN~HF3Gu8hbYHx1ekOFGdACc-H~r4YDg7mNWDUh~HzmtPJPtLsw-Pzx7ciSyjxKv2yJChpRMsNIBNrgez01NkvuzwJax~pS.
- CASTAÑEDA, D., 2019. *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CRIANZA DE TILAPIAS (Oreochromis niloticus) A TRÁVES DEL SISTEMA ACUAPÓNICO DE RECIRCULACIÓN UTILIZANDO CULTIVOS DE LECHUGA (Lactuca sativa var. Intybacea), ALBAHACA (Ocimum basilicum) Y ACELGA (Beta vulg.* S.l.: s.n.
- COLAGROSSO, A., 2014. *Instalación y manejo de sistemas de cultivoacuapónica pequeña escala*. S.l.: s.n.

- CUARITE, L., 2015. *¿CÓMO ALIMENTAR A MIS TRUCHAS?* S.l.: s.n.
- DE LA TORRE, A., 2017. Declaraciones de Abelardo De la Torre, jefe de la Autoridad Nacional del Agua. *22 de marzo 2017 por: Edwin Ramos*, pp. 2.
- DELGADO, J., YAÑEZ, J. y ALVAREZ RISCO, A., 2020. Senasa sostiene que esta muestra no es suficiente para determinar si hay contaminación en estos alimentos. *09 de setiembre 2020*, pp. 1.
- DIVER, S., 2006. *Aquaponics—Integration of Hydroponics with Aquaculture*. S.l.: s.n.
- FAO, 2014. *MANUAL PRÁCTICO PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS*. S.l.: s.n.
- GARCÍA, D., GALLEGO, I., DIAZ, C., FALL, C. y BURROLA, C., 2011. Evaluación de un sistema de recirculación y acondicionamiento de agua en truticultura. *Universidad Autónoma del Estado de México*,
- GARCÍA, M., 2005. Evaluación de un sistema experimental de acuaponía. *Revista de investigación y difusión científica*,
- GAVILÁN, D., 2018. *INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (Ocimum basilicum L.) UTILIZANDO LA TECNICA HIDROPONICA, SJL. 2018*. S.l.: s.n.
- GUEVARA BUSTAMANTE, M.D., 2020. *Efecto de bioabono de efluentes de tilapia (Oreochromis niloticus) en el cultivo de culantro (Coriandrum sativum) en un sistema acuapónico, Chiclayo*. S.l.: s.n.
- HERNANDEZ, R., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n.
- HERNÁNDEZ, R., 2016. *Metodologia de la investigacion*. S.l.: s.n.
- HOCHMUTH, R., 2003. Evaluation of Organic Nutrient Sources in the Production of Greenhouse Hydroponic Basil. ,
- JUÁREZ, L., 2016. *“Evaluación de los parámetros biológicos de la tilapia gris Oreochromis niloticus mediante la implementación de un sistema acuapónico*. S.l.: s.n.

- LARRINAGA, J.A., 2020. *Manual Tecnico sobre acuaponia con cultivo a cielo abierto adaptados a zonas aridas*. S.l.: s.n.
- LOPEZ, J., 2019. *Cultivo acuaponico «Guia especializada»*. S.l.: s.n.
- MARTINEZ - MORENO, O., 2013. *Determinación del efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de goldfish (Carassius auratus) en sistemas cerrados de recirculación de agua*. S.l.: s.n.
- MORALES, A.H., 2019. *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO PROTOTIPO, APLICADO A TILAPIA GRIS (Oreochromis niloticus) Y ALBAHACA (Ocimum basilicum)*. S.l.: s.n.
- MUÑOZ, M., 2012. *Sistemas de recirculación acuapónicos*. S.l.: s.n.
- NELSON, R., 2005. *A hardy and profitable crop for aquaponic farming*. S.l.: s.n.
- NIETO, D., 2019. *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*. S.l.: s.n.
- PANDALES, L. y SANTOS, H. de jesús, 2017. *EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO CON TRES VARIEDADES DE ALBAHACA (Ocimum basilicum L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO COMO UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN LIMPIA*. S.l.: s.n.
- PATTILLO, D, A., 2017. An Overview of Aquaponic Systems: Hydroponic Components. [en línea], Disponible en: [h:/TESIS/PROYECTO_TESIS/mar. t. acuaponia/acuaponia.pdf](h:/TESIS/PROYECTO_TESIS/mar_t_acuaponia/acuaponia.pdf).
- RAKOCY, J., 2007. Aquaponics: integrating fish and plant culture. En: Timmons MB, Ebeling JM. Recirculating aquaculture. *Cayuga Aqua Ventures.*,
- RAMIREZ, D., JIMENEZ, P. y HURTADO, H., 2008. *La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible*. S.l.: s.n.
- RAMIREZ, D., SABOGAL, D., GOMEZ, E., RODRIGUEZ, D. y HURTADO, H., 2009. *MONTAJE Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN SISTEMA*


- ACUAPÓNICO GOLDFISH-LECHUGA. *facultad de ciencias básicas,*
- RODRIGUEZ GUTIERREZ, O.I., 2016. *Diseño e implementación de un microsistema de cultivo acuapónico automatizado.* S.l.: Universidad de los Llanos.
- RODRIGUEZ, H., 2015. *ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA (Oreochromis niloticus) Y LECHUGA (Lactuca sativa) EN DOS SISTEMAS DE ACUAPONÍA.* S.l.: s.n.
- SEGURA, S. y BALOIS, J., 2017. *Producción acuaponica de Lactuca sativa "lechuga" utilizando efluentes del cultivo de Oreochromis niloticus "Tilapia gris" (línea chitralada), en laboratorio.* S.l.: s.n.
- SERRA, A., 2018. *Comparación de tres sistemas d'Aquaponia amb Enciam fulla de roure (Lactuca sativa) i Tilàpia (Tilapia mariae). Tesis (Ingeniero Agrícola).* S.l.: s.n.
- SOMERVILLE, C., MOTI, C., PANTANELLA, E., STANKUS, A. y LOVATELLI, A., 2014. Small-scale aquaponic food production. *Integrated fish and plant farming.* *FAO food and agriculture organization of the united nations*, pp. 262.
- VALDEZ, J.C., 2017. *Evaluación de la producción de materia vegetal y animal, en un sistema acuapónico con variedades de frijol y tilapia nilótica.* S.l.: s.n.
- VARGAS, A.E., 2017. *Uso de un sistema de Recirculación Acuapónico para Conservar la Calidad del Agua en los Estanques de Producción de Tilapia (Oreochromis niloticus) de la empresa Lima Vías Express, Chorrillos-Lima.* S.l.: s.n.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de operalización de variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|---|---|---|--|-------------------------|--------------------|
| V.I. Agua de la crianza de trucha (Oncorhynchus Mykiss) | Las aguas de la trucha contienen suficiente macro y micro nutrientes por el amonio producido por los peces, los alimentos no consumidos y la biomasa de bacterias muertas (García et al., 2011) | El agua de la crianza de trucha se utiliza en el sistema acuapónico mediante la transformación de los micro y macro nutrientes que contiene el agua mediante el proceso de sedimentación y biofiltro. | Parámetros fisicoquímicos | Temperatura | °C |
| | | | | Conductividad eléctrica | µs/cm |
| | | | | Turbiedad | UNT |
| | | | | Nitrito | mg/l |
| | | | | Nitrato | mg/l |
| | | | | Oxígeno disuelto | mg/l |
| | | | pH | Intervalo | |
| | | | Densidad de siembra | 2 | Unidad |
| | | | | 4 | Unidad |
| 6 | Unidad | | | | |
| V.D para el cultivo de Albahaca (Ocimum Basilicum) en sistemas acuapónicos | El desarrollo y propagación de la planta de albahaca es realizado mediante semillas, la germinación es realizada a través de un sustrato inerte esta planta normalmente crece en primavera y hasta a finales de verano. (Gavilán, 2018) | El cultivo Albahaca (Ocimum Basilicum) evoluciona mediante la absorción de los nutrientes a través de sus raíces ayudando a desarrollarse en peso y tamaño | Características botánicas | Tiempo de germinación | Días |
| | | | | Tamaño del tallo | cm |
| | | | | Tamaño de la raíz | cm |
| | | | | Peso | kg |
| | | | | Numero de hojas | Unidad |
| | | | Parámetros físico químicos para el cultivo | Temperatura | °C |
| | | | | Conductividad eléctrica | µs/cm |
| | | | | Turbiedad | UNT |
| | | | | Nitrito | mg/l |
| | | | | Nitrato | mg/l |
| | | | | Oxígeno disuelto | mg/l |
| | | | | pH | Intervalo |

ANEXO N° 2: Instrumentos de recolección de datos

| | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
|  | FORMATO DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN | | | | | | | INSTRUMENTO N° 01 |
| | FICHA DE OBSERVACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA DE CRIANZA DE TRUCHA | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | |
| TÍTULO: | Agua de la crianza de trucha (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>) para el cultivo de Albahaca (<i>Ocimum Basilicum</i>) en Sistemas acuapónicos, Cabanillas 2022. | | | | | | | |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: | Calidad ambiental y gestión de recursos naturales | | | | | | | |
| ESCUELA PROFESIONAL: | Ingeniería Ambiental | | | | | | | |
| AUTOR: | Royer Huarilloclla Taipe | | | | | | | |
| ASESOR: | MSc. Wilber Samuel, Quijano Pacheco | | | | | | | |
| FICHA: | Parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha | | | | | | | |
| | | | PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | |
| TRATAMIENTO | MUESTRAS | <i>Temperatura (C°)</i> | <i>Conductividad eléctrica (µs/cm)</i> | <i>Turbiedad (UNT)</i> | <i>Nitrito (mg/l)</i> | <i>Nitrato (mg/l)</i> | <i>Oxígeno Disuelto (mg/l)</i> | <i>Ph</i> |
| <i>SEMANA 1</i> | M1 | | | | | | | |
| <i>SEMANA 2</i> | M1 | | | | | | | |
| <i>SEMANA 3</i> | M1 | | | | | | | |
| <i>SEMANA 4</i> | M1 | | | | | | | |

V°B°



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Firma del experto
CIP:25450
Teléfono: 974142836



Ing. Jaime Apaza Ali
CIP N° 114823

Firma del experto
CIP:114823
Teléfono: 963684210



Firma del experto
CIP: 95556
Teléfono: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I.DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres:** Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- 1.2 Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha
- 1.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taipe

II.ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III.OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV.PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Lima, 09 de febrero del 2022.

Nombre y apellidos
CIP:25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

V.DATOS GENERALES

- 1.6 Apellidos y Nombres:** Apaza Ali Jaime
- 1.7 Cargo e institución donde labora:** Sub Gerente de Sostenibilidad Territorial de la Municipalidad Distrital de Cabanillas.
- 1.8 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 1.9 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha
- 1.10 Autor del instrumento:** Royer Huarillocla Taípe

VI.ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 11. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 12. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 13. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 14. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 15. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 16. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 17. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 18. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 19. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 20. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

VII.OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

VIII.PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Juliaca 15 de febrero del 2022.



 Ing. Jaime Apaza Ali
 CIP N° 114823

 Nombre y apellidos
 CIP: 114823

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

IX.DATOS GENERALES

1.11 Apellidos y Nombres: Lizarsaburu Aguinaga Danny Alonso

1.12 Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo

1.13 Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos

1.14 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Parámetros fisicoquímicos del agua de la crianza de trucha

1.15 Autor del instrumento: Royer Huarilloclla Taipe

X.ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 21. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 22. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 23. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 24. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 25. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 26. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 27. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 28. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 29. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 30. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

XI.OPINIÓN DE APLICABILIDAD

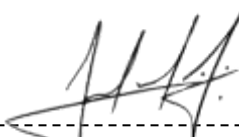
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| Si |
| |

XII.PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------|
| 85 % |
|------|

Lima 22 de febrero del 2022.



Nombre y apellidos
Danny Alonso Lizarsaburu Aguinaga
CIP: 95556

**FORMATO DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN****FICHA DE OBSERVACIÓN DE LOS
PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA
DE CRIANZA DE TRUCHA DESPUÉS DE
INTERVENIR EN EL CULTIVO.****INSTRUMENTO
N° 02****DATOS GENERALES**

| | |
|--------------------------------|---|
| TÍTULO: | Agua de la crianza de trucha (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>) para el cultivo de Albahaca (<i>Ocimum Basilicum</i>) en sistemas acuapónicos, Cabanillas 2022. |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: | Calidad ambiental y gestión de recursos naturales |
| ESCUELA PROFESIONAL: | Ingeniería Ambiental |
| AUTOR: | Royer Huarilloclla Taipe |
| ASESOR: | MSc. Wilber Samuel, Quijano Pacheco |
| FICHA: | Parámetros fisicoquímicos del agua después de intervenir en el cultivo de albahaca |

PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS

| TRATAMIENTO | MUESTRAS | PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----|
| | | Temperatura (C°) | Conductividad eléctrica (µs/cm) | Turbiedad (UNT) | Nitrito (mg/l) | Nitrato (mg/l) | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Ph |
| TRATAMIENTO 1 (DOS PLANTAS) | M1 | | | | | | | |
| | M2 | | | | | | | |
| | M3 | | | | | | | |
| | M4 | | | | | | | |
| TRATAMIENTO 2 (CUATRO PLANTAS) | M1 | | | | | | | |
| | M2 | | | | | | | |
| | M3 | | | | | | | |
| | M4 | | | | | | | |
| TRATAMIENTO 3 (SEIS PLANTAS) | M1 | | | | | | | |
| | M2 | | | | | | | |
| | M3 | | | | | | | |
| | M4 | | | | | | | |

V°B°

Dr. Eusterio Horacio Acosta Sausnabar
CIP N° 25450

Firma del experto
CIP: 25450
Teléfono: 974142836

Ing. Jaime Apaza Ali
CIP N° 114823

Firma del experto
CIP:114823
Teléfono: 963684210

Firma del experto
CIP:95556
Teléfono: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres:** Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- 1.2 Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros fisicoquímicos del agua después de intervenir en el cultivo de albahaca
- 1.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taipe

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Lima, 09 de febrero del 2022.

Nombre y apellidos
CIP:25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 5.1 Apellidos y Nombres:** Apaza Ali Jaime
- 5.2 Cargo e institución donde labora:** Sub Gerente de Sostenibilidad Territorial de la Municipalidad Distrital de Cabanillas
- 5.3 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 5.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros fisicoquímicos del agua después de intervenir en el cultivo de albahaca
- 5.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taipe

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 11. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 12. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 13. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 14. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 15. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 16. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 17. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 18. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 19. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 20. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Juliaca 15 de febrero del 2022.



 Ing. Jaime Apaza Ali
 CIP N° 114823

 Nombre y apellidos
 CIP: 114823

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

IX. DATOS GENERALES

- 9.1 Apellidos y Nombres:** Lizaraburu Aguinaga Danny Alonso
- 9.2 Cargo e institución donde labora:** Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo
- 9.3 Especialidad o línea de investigación:** Tratamiento y Gestión de Residuos
- 9.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros fisicoquímicos del agua después de intervenir en el cultivo de albahaca
- 9.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taipe

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 21. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 22. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 23. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 24. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 25. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 26. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 27. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 28. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 29. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 30. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| SI |
| |

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima 22 de febrero del 2022.



 Nombre y apellidos
 Danny Alonso Lizaraburu Aguinaga
 CIP: 95556

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
|  | FORMATO DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN | | INSTRUMENTO N° 03 | | | |
| | FICHAS DE OBSERVACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE ALBAHACA | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
| TÍTULO: | Agua de la crianza de trucha (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>) para el cultivo de Albahaca (<i>Ocimum Basilicum</i>) en sistemas acuapónicos, Cabanillas 2022. | | | | | |
| LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: | Calidad ambiental y gestión de recursos naturales | | | | | |
| ESCUELA PROFESIONAL: | Ingeniería Ambiental | | | | | |
| AUTOR: | Royer Huarilloclla Taipe | | | | | |
| ASESOR: | MSc. Wilber Samuel, Quijano Pacheco | | | | | |
| FICHA: | Características botánicas de la albahaca | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| | | | | | | |
| TRATAMIENTO | MUESTRAS | Tiempo de germinación (Días) | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de raíz (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (Unidad) |
| TRATAMIENTO 1 (DOS PLANTAS) | R1 | | | | | |
| | R2 | | | | | |
| | R3 | | | | | |
| | R4 | | | | | |
| TRATAMIENTO 2 (CUATRO PLANTAS) | R1 | | | | | |
| | R2 | | | | | |
| | R3 | | | | | |
| | R4 | | | | | |
| TRATAMIENTO 3 (SEIS PLANTAS) | R1 | | | | | |
| | R2 | | | | | |
| | R3 | | | | | |
| | R4 | | | | | |

V°B°


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Firma del experto
 CIP:25450
 Teléfono: 974142836


 Ing. Jaime Apaza Ali
 CIP N° 114823

Firma del experto
 CIP:114823
 Teléfono: 963684210


 Firma del experto
 CIP: 95556
 Teléfono: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres:** Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
- 1.2 Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características botánicas de la albahaca
- 1.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taípe

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 31. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 32. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 33. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 34. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 35. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 36. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 37. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 38. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 39. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 40. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 09 de febrero del 2022.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Nombre y apellidos
CIP:25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

V. DATOS GENERALES

- 5.1 Apellidos y Nombres:** Apaza Ali Jaime
- 5.2 Cargo e institución donde labora:** Sub Gerente de Sostenibilidad Territorial de la Municipalidad Distrital de Cabanillas
- 5.3 Especialidad o línea de investigación:** Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
- 5.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características botánicas de la albahaca
- 5.5 Autor del instrumento:** Royer Huarillocla Taípe

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 41. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 42. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 43. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 44. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 45. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 46. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 47. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 48. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 49. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 50. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Juliaca 15 de febrero del 2022.



 Ing. Jaime Apaza Ali
 CIP N° 114823

 Nombre y apellidos
 CIP: 114823

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

- 9.1 Apellidos y Nombres:** Lizaraburu Aguinaga Danny Alonso
- 9.2 Cargo e institución donde labora:** Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo
- 9.3 Especialidad o línea de investigación:** Tratamiento y Gestión de Residuos
- 9.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características botánicas de la albahaca
- 9.5 Autor del instrumento:** Royer Huarilloclla Taípe

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|---------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 51. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 52. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios. | | | | | | | | | | X | | | |
| 53. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 54. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 55. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | | | | | | | | | | X | | | |
| 56. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis | | | | | | | | | | X | | | |
| 57. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 58. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 59. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 60. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico. | | | | | | | | | | X | | | |

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

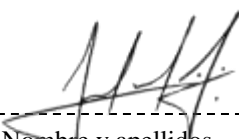
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| Si |
| - |

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima 22 de febrero del 2022.



 Nombre y apellidos
 Danny Alonso Lizaraburu Aguinaga
 CIP: 95556

ANEXO N° 3: Resultados de laboratorio



Una Institución Adelantada

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE LA E.P. DE INGENIERIA AMBIENTAL
Carretera Salida a Arequipa Km. 6 Chullunquiñani, Autopista Héroes de la Guerra del Pacífico

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

Solicitante: Royer Huarilloclla Taipe
Análisis de: Agua
Fecha de extracción: 03/02/2022 Fecha de recepción: 03/02/2022
Condiciones de llegada: Buenas Extraídas por: El solicitante
Muestra conservada: Si
Muestra de: Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) antes y después de intervenir en el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en el Sistema acuapónico.

N° de muestra: 01

| PARAMETRO | UNIDADES | METODO ANALÍTICO | MUESTRAS | | | |
|-------------------------|----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tanque almacenamiento |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | Método conductimétrico | 858 | 845 | 838 | 875 |
| pH | | Método potenciométrico | 7.77 | 7.79 | 7.69 | 7.82 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | Método electrométrico | 5.28 | 5.48 | 5.38 | 5.49 |
| Temperatura | °C | | 13.7 | 13.6 | 14.2 | 14.9 |
| Turbiedad | UNT | Método Nefelométrico | 2.38 | 2.35 | 2.29 | 2.45 |
| Nitrito | mg/L | Método colorimétrico | 0.112 | 0.103 | 0.109 | 0.120 |
| Nitrato | mg/L | Método colorimétrico | 1.45 | 1.35 | 1.28 | 1.63 |

ADVERTENCIA:

Este laboratorio no asume ninguna responsabilidad sobre aspectos relacionados con el uso final de la información suministrada.

FECHA: 08/02/2022

Nota: La firma institucional avala que el informe técnico pertenece a la institución.




Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPEU FJ



Una Institución Adventista

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE LA E.P. DE INGENIERIA AMBIENTAL
Carretera Salida a Arequipa Km. 6 Chullunquiani, Autopista Héroes de la Guerra del Pacífico

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

Solicitante: Royer Huarillocla Taipei
Análisis de: Agua
Fecha de extracción: 10/02/2022 Fecha de recepción: 10/02/2022
Condiciones de llegada: Buenas Extraídas por: El solicitante
Muestra conservada: SI
Muestra de: Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) antes y después de intervenir en el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en el Sistema acuapónico.
N° de muestra: 02

| PARAMETRO | UNIDADES | METODO ANALÍTICO | MUESTRAS | | | |
|-------------------------|----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tanque almacenamiento |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | Método conductimétrico | 520 | 510 | 458 | 528 |
| pH | | Método potenciométrico | 7.45 | 7.50 | 7.51 | 7.52 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | Método electrométrico | 5.02 | 5.35 | 5.44 | 5.33 |
| Temperatura | °C | | 17.6 | 17.2 | 17.4 | 17.5 |
| Turbiedad | UNT | Método Nefelométrico | 2.37 | 2.16 | 1.99 | 2.71 |
| Nitrito | mg/L | Método colorimétrico | 0.128 | 0.113 | 0.103 | 0.132 |
| Nitrato | mg/L | Método colorimétrico | 1.20 | 1.15 | 1.09 | 1.52 |

ADVERTENCIA:

Este laboratorio no asume ninguna responsabilidad sobre aspectos relacionados con el uso final de la información suministrada.

FECHA: 16/02/2022

Nota: La firma institucional avala que el informe técnico pertenece a la institución.



Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPeU FJ



Una Institución Adventista

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE LA E.P. DE INGENIERIA AMBIENTAL
Carretera Salida a Arequipa Km. 6 Chullunquiáni, Autopista Héroes de la Guerra del Pacífico

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

Solicitante: Royer Huarilloclla Taipe
Análisis de: Agua
Fecha de extracción: 17/02/2022 Fecha de recepción: 17/02/2022
Condiciones de llegada: Buenas Extraídas por: El solicitante
Muestra conservada: Si
Muestra de: Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) antes y después de intervenir en el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en el Sistema acuapónico.
N° de muestra: 03

| PARAMETRO | UNIDADES | METODO ANALÍTICO | MUESTRAS | | | |
|-------------------------|----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tanque almacenamiento |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | Método conductimétrico | 233.5 | 203 | 173.5 | 266.5 |
| pH | | Método potenciométrico | 7.32 | 7.37 | 7.32 | 7.40 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | Método electrométrico | 5.34 | 5.64 | 5.66 | 5.45 |
| Temperatura | °C | | 16.7 | 16.6 | 17.2 | 17 |
| Turbiedad | UNT | Método Nefelométrico | 2.36 | 2.12 | 1.96 | 2.45 |
| Nitrito | mg/L | Método colorimétrico | 0.142 | 0.125 | 0.097 | 0.171 |
| Nitrato | mg/L | Método colorimétrico | 1.1 | 0.93 | 0.83 | 1.30 |

ADVERTENCIA:

Este laboratorio no asume ninguna responsabilidad sobre aspectos relacionados con el uso final de la información suministrada.

FECHA: 18/02/2022

Nota: La firma institucional avala que el informe técnico pertenece a la institución.




Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPeU FJ



Una Institución Adventista

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE LA E.P. DE INGENIERIA AMBIENTAL
Carretera Salida a Arequipa Km. 6 Chullunquiáni, Autopista Héroes de la Guerra del Pacífico

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

Solicitante: Royer Huarilloclla Taipe

Análisis de: Agua

Fecha de extracción: 24/02/2022

Fecha de recepción: 24/02/2022

Condiciones de llegada: Buenas

Extraídas por: El solicitante

Muestra conservada: Si

Muestra de: Agua de la crianza de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*) antes y después de intervenir en el cultivo de Albahaca (*Ocimum Basilicum*) en el Sistema acuapónico.

N° de muestra: 04

| PARAMETRO | UNIDADES | METODO ANALÍTICO | MUESTRAS | | | |
|-------------------------|----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tanque almacenamiento |
| Conductividad Eléctrica | uS/cm | Método conductimétrico | 268 | 251 | 238 | 291 |
| pH | | Método potenciométrico | 7.42 | 7.48 | 7.47 | 7.39 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | Método electrométrico | 5.16 | 5.25 | 5.46 | 4.39 |
| Temperatura | °C | | 17.9 | 18 | 17.9 | 17.9 |
| Turbiedad | UNT | Método Nefelométrico | 2.18 | 1.85 | 1.61 | 2.58 |
| Nitrito | mg/L | Método colorimétrico | 0.054 | 0.048 | 0.038 | 0.069 |
| Nitrato | mg/L | Método colorimétrico | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 1.5 |

ADVERTENCIA:

Este laboratorio no asume ninguna responsabilidad sobre aspectos relacionados con el uso final de la información suministrada.

FECHA: 28/02/2022

Nota: La firma institucional avala que el informe técnico pertenece a la institución.




Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPeU FJ

ANEXO N° 3: Datos complementarios de las Características botánicas de la albahaca tomadas en toda la investigación

| SEMANA 1 | | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de Raíz (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (unidad) |
| TRATAMIENTO 1 | R1 | 5.15 | 3.55 | 2.75 | 10.50 |
| | R2 | 5.05 | 3.55 | 2.75 | 10.50 |
| | R3 | 5.10 | 3.50 | 2.70 | 10.00 |
| | R4 | 5.05 | 3.55 | 2.80 | 10.00 |
| PROMEDIO | | 5.1 | 3.5 | 2.8 | 10.3 |
| TRATAMIENTO 2 | R1 | 4.93 | 2.63 | 2.60 | 7.25 |
| | R2 | 4.93 | 2.63 | 2.60 | 6.75 |
| | R3 | 4.93 | 2.58 | 2.52 | 7.25 |
| | R4 | 4.90 | 2.63 | 2.40 | 7.00 |
| PROMEDIO | | 4.9 | 2.6 | 2.5 | 7.1 |
| TRATAMIENTO 3 | R1 | 4.68 | 2.32 | 2.17 | 5.50 |
| | R2 | 4.68 | 2.32 | 2.17 | 5.67 |
| | R3 | 4.63 | 2.27 | 2.15 | 5.50 |
| | R4 | 4.68 | 2.32 | 2.17 | 5.50 |
| PROMEDIO | | 4.7 | 2.3 | 2.2 | 5.5 |

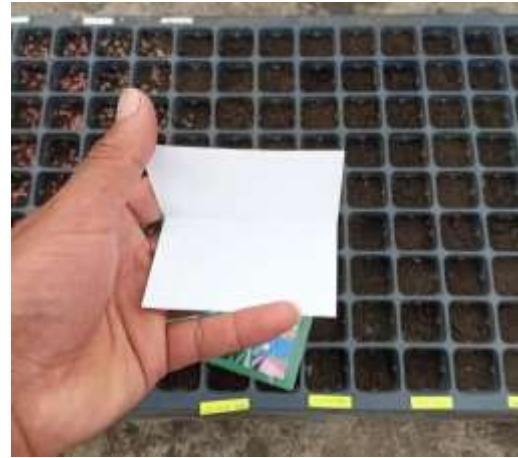
| SEMANA 2 | | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de Raíz (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (unidad) |
| TRATAMIENTO 1 | R1 | 8.50 | 5.45 | 3.50 | 18.50 |
| | R2 | 8.45 | 5.45 | 3.40 | 18.50 |
| | R3 | 8.40 | 5.50 | 3.60 | 18.50 |
| | R4 | 8.40 | 5.45 | 3.45 | 18.00 |
| PROMEDIO | | 8.4 | 5.5 | 3.5 | 18.4 |
| TRATAMIENTO 2 | R1 | 7.75 | 4.55 | 3.08 | 14.25 |
| | R2 | 7.75 | 4.55 | 3.13 | 14.50 |
| | R3 | 7.73 | 4.49 | 3.10 | 14.50 |
| | R4 | 7.60 | 4.53 | 3.08 | 13.75 |
| PROMEDIO | | 7.7 | 4.5 | 3.1 | 14.3 |
| TRATAMIENTO 3 | R1 | 7.17 | 4.23 | 3.07 | 12.00 |
| | R2 | 7.25 | 4.20 | 2.80 | 11.67 |
| | R3 | 7.15 | 4.22 | 3.00 | 11.83 |
| | R4 | 7.03 | 4.22 | 2.50 | 11.67 |
| PROMEDIO | | 7.2 | 4.2 | 2.8 | 11.8 |

| SEMANA 3 | | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de Rais (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (unidad) |
| TRATAMIENTO 1 | R1 | 11.30 | 6.65 | 4.80 | 26.50 |
| | R2 | 11.10 | 6.65 | 4.70 | 26.50 |
| | R3 | 11.35 | 6.65 | 5.00 | 26.00 |
| | R4 | 11.30 | 6.65 | 4.80 | 26.50 |
| PROMEDIO | | 11.3 | 6.7 | 4.8 | 26.4 |
| TRATAMIENTO 2 | R1 | 10.55 | 5.78 | 4.05 | 22.00 |
| | R2 | 10.55 | 5.80 | 4.20 | 22.25 |
| | R3 | 10.55 | 5.83 | 4.20 | 22.50 |
| | R4 | 10.55 | 5.78 | 4.05 | 22.00 |
| PROMEDIO | | 10.6 | 5.8 | 4.1 | 22.2 |
| TRATAMIENTO 3 | R1 | 9.50 | 5.22 | 3.83 | 18.67 |
| | R2 | 9.75 | 5.37 | 3.93 | 19.33 |
| | R3 | 9.08 | 4.98 | 3.70 | 17.67 |
| | R4 | 9.42 | 5.22 | 3.85 | 18.67 |
| PROMEDIO | | 9.4 | 5.2 | 3.8 | 18.6 |

| SEMANA 4 | | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | Tamaño de tallo (cm) | Tamaño de Rais (cm) | Peso (Kg) | Numero de hojas (unidad) |
| TRATAMIENTO 1 | R1 | 14.40 | 8.10 | 6.00 | 33.00 |
| | R2 | 14.40 | 8.10 | 6.05 | 33.00 |
| | R3 | 14.50 | 8.15 | 6.05 | 33.00 |
| | R4 | 14.45 | 8.20 | 6.10 | 33.50 |
| PROMEDIO | | 14.4 | 8.1 | 6.1 | 33.1 |
| TRATAMIENTO 2 | R1 | 12.75 | 6.30 | 5.13 | 29.25 |
| | R2 | 12.75 | 6.30 | 5.20 | 28.25 |
| | R3 | 12.75 | 6.35 | 5.30 | 28.50 |
| | R4 | 12.90 | 6.30 | 5.43 | 28.50 |
| PROMEDIO | | 12.8 | 6.3 | 5.3 | 28.6 |
| TRATAMIENTO 3 | R1 | 12.15 | 5.67 | 4.67 | 26.00 |
| | R2 | 12.10 | 5.58 | 4.58 | 25.33 |
| | R3 | 12.02 | 5.50 | 4.50 | 25.50 |
| | R4 | 12.03 | 5.67 | 4.63 | 25.00 |
| PROMEDIO | | 12.1 | 5.6 | 4.6 | 25.5 |

ANEXO N° 4: Panel fotográfico

- Germinación de semillas de albahaca



- Armado del sistema acuapónico



Descripción:

Herramientas y materiales para la implementación del sistema acuaponico



Descripción:

Armado de los filtros del sistema acuaponico (sedimentador, filtro mecanico y filtro biologico)



Descripcion:

Conexión de los filtros, tubos para las plantas y tanque de crianza.

- Puesto en marcha el sistema acuapónico



Descripcion:

Llenado el tanque con agua de pozo, seguidamente colocación de alevines de trucha al tanque de crianza,



Descripcion:

Semillas germinadas de albahaca y listos para ser trasplantados al sistema acuapónico.



Descripcion: *Transplante de plántulas de albahaca a diferentes densidad por tubo del sistema.*



Descripcion: *Plantas de albahaca desarrolladas en el sistema acuaponico*



Descripcion:

Plantas de albahaca ya separadas cuidadosamente sin dañar la raiz de la planta.



Descripcion:

Balanza digital y cinta metrica par realizar el calculo de peso y tamaño de la albahaca



| | |
|---------------------|--|
| Descripcion: | <i>Medida de la raiz de la albaca semanalmente, y con sus respectivas repeticiones para cada uno</i> |
|---------------------|--|



| | |
|---------------------|--|
| Descripcion: | <i>Medida del tallo de la albaca semanalmente, y con sus respectivas repeticiones para cada uno.</i> |
|---------------------|--|



| | |
|---------------------|---|
| Descripcion: | <i>Peso de la albaca semanalmente, y con sus respectivas repeticiones para cada uno</i> |
|---------------------|---|



| | |
|---------------------|---|
| Descripcion: | <i>Conteo del numero de hojas de la albaca semanalmente, y con sus respectivas repeticiones para cada uno</i> |
|---------------------|---|



Descripcion: Puntos de la toma de muestras de los tres tratamiento



Descripcion: Envase rotulados con sus respectivas las muestras tomadas



Descripcion: Cooler para el traslado de muestras al laboratorio