



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Acuaponía utilizando *Oreochromis nicoticus* (tilapia gris) y el efecto en el cultivo de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) en las ciudades de Chiclayo - San Ignacio.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Medina Lozano, John Albert (ORCID: 0000-0003-1809-2225)

Vásquez Juárez, Sergio Fabián (ORCID: 0000-0002-3201-0946)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de recursos naturales

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios.

Por permitirnos seguir adelante y guiarnos por el buen camino, por darnos salud en estos tiempos muy complicados para todos. A nuestros padres.

Por todo el amor, cariño y apoyo incondicional que nos dan, por ese ejemplo que hoy nos han permitido llegar hasta aquí. A la familia.

En especial a nuestro hermanos y familiares cercanos que nos brindaron su apoyo hasta el último instante de este trabajo.

John y Sergio

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, por permitirnos formarnos como profesional y ser parte de ella.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser parte de nuestro desarrollo académico.

Al Ingeniero Ponce Ayala José Elías, por el apoyo brindado de inicio a fin en este trabajo de investigación, porque además de un profesor lo consideramos un amigo.

A nuestros amigos, por su amistad el cariño brindado durante el tiempo de formación en la universidad.

John y Sergio

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	52

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Coordenadas Geográficas de los puntos extremos de Chiclayo</i>	11
Tabla 02: <i>Fórmulas para obtener datos</i>	19
Tabla 03: <i>Fórmulas para obtener datos</i>	20
Tabla 04: <i>Volumen total dentro del sistema</i>	21
Tabla 05: <i>Condiciones climatológicas de San Ignacio de los meses de abril-mayo</i>	22
Tabla 06: <i>Condiciones climatológicas de Chiclayo de los meses de abril-mayo...</i>	24
Tabla 07: <i>Características del cultivo de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio</i>	37

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Proceso de la acuaponía.....	11
<i>Figura 02:</i> Recorrido del agua en el sistema acuapónico en la ciudad de Chiclayo	17
<i>Figura 03:</i> Recorrido del agua en el sistema acuapónico en la ciudad de San Ignacio	18
<i>Figura 04:</i> Peso total de tilapias en la ciudad de Chiclayo	26
<i>Figura 05:</i> Peso total de tilapias en la ciudad de San Ignacio	26
<i>Figura 06:</i> Peso promedio de tilapias en la ciudad de Chiclayo	27
<i>Figura 07:</i> Peso promedio de tilapias en la ciudad de San Ignacio	27
<i>Figura 08:</i> Ganancia de peso de tilapias en la ciudad de Chiclayo	28
<i>Figura 09:</i> Ganancia de peso de tilapias en la ciudad San Ignacio	28
<i>Figura 10:</i> Longitud de tilapias en la ciudad Chiclayo	29
<i>Figura 11:</i> Longitud de tilapias en la ciudad de San Ignacio	29
<i>Figura 12:</i> Longitud promedio de tilapias en la ciudad Chiclayo.....	30
<i>Figura 13:</i> longitud promedio de tilapias en la ciudad de Chiclayo.....	30
<i>Figura 14:</i> Ganancia de longitud de tilapias en la ciudad de san Ignacio.....	31
<i>Figura 15:</i> Ganancia de longitud de las tilapias en ciudad de San Ignacio	31
<i>Figura 16:</i> Longitud Total de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo.....	32
<i>Figura 17:</i> Longitud Total de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio.....	32
<i>Figura 18:</i> Longitud promedio de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo.....	33
<i>Figura 19:</i> Longitud promedio de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio.....	33

Figura 20: Ganancia de longitud de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo..... 34

Figura 21: Ganancia de longitud de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio 34

Figura 22: Cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo 35

Figura 23: Cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio.. 35

Figura 24: Cantidad promedio de hojas de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo36

Figura 25: Cantidad promedio de hojas de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio
..... 36

Resumen

La sobreexplotación de los recursos naturales es un problema que nos asecha en la actualidad, una de las consecuencias de esto es la carencia de alimentos, la acuaponía es una alternativa es una solución a este problema, por ende esta investigación tiene como objetivo general Implementar la acuaponía con Tilapia gris (*Oreochromis nicoticus*) y el efecto en el cultivo de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio y 3 objetivos específicos tales como Averiguar y describir las condiciones climatológicas de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio, comparar la eficiencia del sistema acuapónico en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio y Describir las características del cultivo en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio. Se uso un diseño no experimental transversal correlacional en el cual se implementó un sistema acuapónico prototipo en cada ciudad con las mismas condiciones. Los resultados fueron variaciones en clima, los sistemas fueron eficientes en las dos ciudades teniendo la tilapia de 11.6cm en Chiclayo 15.5 en san Ignacio y así mismo un crecimiento optimo 17.20 cm de alto en Chiclayo 16.5cm en san Ignacio, concluyendo que el sistema acuapónico es factible en las dos ciudades.

Palabras clave: Acuaponía. hidroponía, acuacultura, eficiencia.

Abstract

The overexploitation of natural resources is a problem that haunts us today, one of the consequences of this is the lack of food, aquaponics is an alternative is a solution to this problem, therefore this research has the general objective of Implementing the aquaponics with gray Tilapia (*Oreochromis nicoticus*) and the effect on the cultivation of lemon verbena (*Cymbopogon citratus*) in the cities of Chiclayo and San Ignacio and 3 specific objectives such as Finding out and describing the weather conditions of the cities of Chiclayo and San Ignacio, compare the efficiency of the aquaponic system in the cities of Chiclayo and San Ignacio and Describe the characteristics of the culture in the cities of Chiclayo and San Ignacio. A non-experimental, cross-correlational design was used in which a prototype aquaponic system was implemented in each city with the same conditions. The results were variations in climate, the systems were efficient in the two cities, having the tilapia of 11.6cm in Chiclayo 15.5 in San Ignacio and also an optimal growth of 17.20 cm high in Chiclayo 16.5cm in San Ignacio, concluding that the aquaponic system in feasible in both cities.

Keywords: Aquaponics, hydroponics, aquaculture, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación está enfocada a proponer la acuaponía, como una alternativa de producción alimentaria sostenible, este sistema cerrado es básicamente la unión de la acuicultura con la hidroponía, es decir ocurre un proceso donde se relacionan las plantas y peces, los cuales se benefician mutuamente, este proceso es utilizado por el hombre para su bienestar y a su vez aumentar sus ingresos económicos, etc.

La característica de este tipo de sistema, es el intercambio de sus propiedades, ya que en la excreta de los peces se encuentran nutrientes necesarios para las plantas, que articulado con el proceso del sistema llegan a las aguas donde se encuentran las plantas, las cual absorben estos nutrientes y a su vez depuran las aguas, introduciéndolas nuevamente al sistema, esta depuración es fundamental ya que impide el crecimiento de algas dentro del acuífero.

Para mencionar este problema es necesario nombrar las causas del porque se planteó la presente investigación. Algunas de ellas son, los impactos perjudiciales de la agricultura hacia el ambiente, tales como la contaminación del agua, suelo y aire, por la utilización de agroquímicos, como fosfatos, nitratos, plaguicidas, entre otros. También el uso de agroquímicos son los principales generadores de gases responsables del efecto invernadero. La utilización de estos agroquímicos afecta a la agricultura, con la salinización, erosión, reducción de elementos químicos del suelo, etc.; que limitará la producción de la hierba luisa en mediano y largo plazo.

En las últimas décadas con la industrialización de esta actividad, la utilización de agroquímicos se ha incrementado en forma desmedida, muchos estudios científicos afirman que estos agroquímicos llegan a las personas en forma directa, por ingestión e inhalación a través de sus productos, y causan enfermedades, cancerígenas, neurotóxicas, mutagénicas, hasta pueden modificar el manejo endócrino y reproductivo.

Teniendo como objetivo general Implementar la acuaponía con Tilapia gris (*Oreochromis nicoticus*) y el efecto en el cultivo de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio.

Así mismo esta investigación contó con 3 objetivos específicos tales como Averiguar y describir las condiciones climatológicas de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio, comparar la eficiencia del sistema acuapónico en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio y Describir las características del cultivo en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio.

La problemática de la investigación fue la siguiente: ¿cuál es el efecto de la Acuaponía con tilapia gris (*Oreochromis nicoticus*) sobre el cultivo de Hierba luisa (*Cymbopogon Citratus*) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio?

La hipótesis en estudio fue: es la Acuaponía con tilapia gris (*Oreochromis nicoticus*) tendrá un efecto positivo sobre el cultivo de Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio.

La presente investigación se enfocó en el efecto de la Acuaponía con Tilapia gris (*oreochromis nicoticus*) sobre el cultivo Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) ya que científicamente se ha comprobado que debido a la utilización de agroquímicos en los cultivos tradicionales se ha reflejado la degradación del suelo, agua, aire y la afectación a la salud humana; por ende pretendemos implementar Acuaponía utilizando *Oreochromis nicoticus* (Tilapia gris) para el cultivo de *Cymbopogon citratus* (Hierba luisa) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio, ya que este tipo de producción de alimentos tiene un impacto positivo en el ambiente, como la recirculación del el agua dentro del sistema , la no aplicación agroquímicos, la no necesidad de utilizar el suelo , entre otros , ya que estos contribuyen al uso sostenible de los recursos naturales.

Así mismo si este sistema se aplica de forma comercial garantiza un ingreso económico considerable, por la venta de sus cultivos, y esto este articulado al beneficio social, con la generación de empleo, además que la producción por acuaponía asegura alimentos saludables ya que no se aplica ningún tipo de agroquímicos.

II. MARCO TEÓRICO

Cabe resaltar que no somos los únicos con relación a esta investigación, por ende, mencionaremos algunos antecedentes nacionales e internacionales:

Navarrete (2018). El presente trabajo habla de la propuesta de un negocio en el ámbito agropecuario en comunidad de Madrid mediante la Acuaponía, aplicando estrategias para llegar a ellos; como marketing, relaciones públicas, entre otros. Finalmente, completada la dimensión del proyecto se procede a determinar la variabilidad económica para ver la posibilidad de inversión y desarrollo del proyecto, con indicadores de rentabilidad como VAN y TIR.

Gordillo (2017). Este estudio tiene como meta analizar y/o determinar los atributos relacionados a la nutrición de los residuos que se encuentran en los efluentes de la acuaponía utilizando (*Oreochromis nicoticus*) y (*Lactuca sativa L*). proponiendo estas para la realización de solución nutritiva orgánica para fertilizar el sembrado (*Daucus carota*) en hidroponía. En la cual se llegó a conclusión que es factible y eficiente para fertilizar hortalizas.

Greenfeld y otros (2020). Este estudio analiza la disposición a consumir productos acuapónicos en Israel y Australia; Se utilizó herramientas econométricas y el análisis de conglomerados para estudiar precios y definir grupos de consumidores potenciales, el resultado fue que entre 17 % y 30 % de la población de los 2 países preferían consumir productos acuapónicos una vez informado de su valor añadido.

Segura y Baolis (2017). En el proyecto de investigación fue determinar la producción acuapónica utilizando *O.niloticus* de diferentes densidades de 200 a 300 m⁻³ alevinos. El mayor crecimiento de *L.sativa* se lograron adquirir al redor de 300 alevinos que presentaron m⁻³ de 2.67 a 0.53gr siendo superior a los alevinos anteriores este crecimiento se mantuvo durante todo el proceso se concluyó que la acuaponía es gran método alternativo de bajo costo para el cultivo de *L.sativa*.

Delgado (2020). En la investigación el principal objetivo es determinar la gran importancia del sistema acuapónico sobre las características de los efluentes adquiridos del cultivo de tilapia y la gran facilidad en el rendimiento de cultivos hidropónicos. El proyecto se realizó en el centro de investigación de piscícola de

universidad nacional agraria de la molina se utilizó un sistema de cerrado de recirculación.

Ascencio, Del Valle y otro (2019). El trabajo se realizó con la finalidad de poder evaluar diferentes densidades de siembra de tilapia en un proyecto acuapónico así poder comparar la eficiencia de la biomasa animal y vegetal para ello se diseñó un sistema acuapónico con una siembra de 50 a 70 tilapias por m³ de agua y la biomasa vegetal (g/m²) de lechuga acuapónica variedad Longifolia, se determinó en los resultados que tuvo buena eficacia en sistema con una biomasa animal de 50 peces por m³ y en los bloques de biomasa vegetal fue de 142.8.

Juárez (2016). Se implemento un sistema de acuapónico en la cual se sembró tres especies vegetales entre las cuales tenemos tomate, chile y acelga con estos vegetales se realizó el sistema durante 4 meses, los resultados obtenidos durante el proceso determino que fue exitoso yaqué se pueden obtener en peso 100.2 y talla 18.03 y mientras que un sistema ya habitual el promedio de pesos y talla son menores a los del sistema acuapónico.

Gutiérrez (2018). En la presente investigación se propuso la implementación de un sistema para así poder controlar cultivos hidropónicos y acuapónicos este sistema se implementa porque permite realizar un cultivo eficiente y así poder brindar a los agricultores un monitoreo adecuado así poder tomar decisiones adecuadas.

Colque (2018). En la actualidad la producción de acuicultura se lleva en estanques tradicionales en la tierra estos sistemas procrean minerales y desechos que necesitan una filtración adecuada, en la hidroponía lo que mayormente se usa fertilizantes inorgánicos como una gran fuente de nutrientes para las plantas. En el sistema acuapónico las excretas de los peces son un producto de proteínas que es convertido a nitratos que son utilizados por las plantas.

Gordillo (2017). El desabastecimiento de alimento en la población va aumentando con los años por se han ideado nuevos métodos agrícolas para así aumentar la producción y sobre todo tengan una mejor calidad una gran alternativa el sistema de acuaponía es la combinación de la acuicultura e hidroponía. La investigación tuvo como objetivo analizar los nutrientes de los residuos en sistema acuapónico

implementado al sistema asociado con el cultivo de tilapia y lechuga ya que los residuos de los peces contienen nutrientes para las plantas.

Vargas (2017). La presente investigación está enfocada en la creación de un negocio de un sistema acuapónico este proyecto busca cultivar productos más saludables libre de químicos y estos dos productos son de gran importancia en la alimentación que son los peces y las hortalizas, además busca que con este método de cultivo la población tome conciencia sobre el cambio climático espacialmente en la parte de agricultura y este sistema busca implementar un nuevo método de agricultura más limpia.

Córdova (2019). En la actualidad la gran mayor parte de la agricultura utiliza excesivamente pesticidas eso lleva a tener un valor nutricional. Por ello estos sistemas hidropónicos y acuícolas que se volvió un sistema acuapónico que se siembra fresa y truchas durante 5 meses esto con llevo que este sistema en la producción cumpla con los rangos establecidos en nutrientes y peso.

Rodríguez (2016). Los cultivos en sistemas de acuaponía son productos sustentables que son conformados por cultivos en hidroponía y cultivo de peces en cual los peces al vaciar sus desechos al agua estos se convierten en materia orgánica esta agua que transporta los desechos son llevado al sistema hidropónico allí las plantas utilizan la materia orgánica como abono y la ves dejarla limpia el agua como también oxigenarla así poder recircular el agua en el sistema.

Trujillo (2019). La gran problemática en el presente es la carencia de un sistema de producción eficiente para combatir el cambio climático ya que todos los cultivos se necesita agua en especial mente son las hortalizas ante ello se desarrolló un sistema acuapónico de una producción eficiente y natural , la acuaponía la unió de dos sistemas acuicultura tradicional y la hidroponía que viene hacer el cultivo de hortalizas y crianza de peces y este sistema de gran importancia porque a través de la plantas se absorben nutrientes de las excretas de los peces.

Abusin y Mandikiana (2020). Esta investigación muestra las razones del porque la Acuaponía podría ser la solución en los países áridos, como lo es Qatar; Esta Investigación resalta los atributos que tiene este sistema en términos de variabilidad

y sostenibilidad, complementado por la producción de alimentos nutritivos.

Zhang y otros (2020). En este estudio se diseñan e instalan nuevos filtros biológicos aireados (BAF) con ceramita más diferentes materiales lignocelulósicos (paja de maíz, paja de trigo y aserrín) en sistemas acuapónicos. El BAF con ceramita y aserrín termina siendo el mayor resultado positivo.

Yep y Zheng (2019). Este artículo revisó más de 529 publicaciones sobre Acuaponía entre los años 1978 y 2018, en el cual se encontraron que en los últimos 3 años se ha publicado 160 artículos científicos sobre Acuaponía, teniendo como resultado que la tilapia y vegetales de hoja oscura son las especies más exitosas utilizadas.

Itankar, Tauqeer y Dalal (2018). En este artículo se estudió los cultivos orgánicos e inorgánicos de *Cymbopogon citratus* y posteriormente un estudio de perfil toxicológico y farmacológico de los extractos; el cual se llegó a la conclusión que el *Cymbopogon citratus* cultivados orgánicamente es mejor en términos de nutrición, actividad biológica y medidas de seguridad.

Ascate (2019). Esta investigación pretendió estimar la tasa de carga hidráulica de un sistema acuapónico utilizando tilapia gris y lechuga en crecimiento de especies y en la disminución del nitrógeno del agua.

Morales (2019). Se elaboró un sistema acuapónico mejorado para un óptimo funcionamiento, se realizó un cultivo de tilapia y albahaca, se empezó con la elaboración de un sistema modelo para evaluar el crecimiento de la tilapia, albahaca y la calidad del agua teniendo como datos finales: peso inicial de la tilapia 3.88 g, peso final 10.69 g, peso inicial de la albahaca 1.2 g, peso final 245.3 g.

Antonio (2019). La presente investigación tuvo como objetivo resolver si hay alguna variación en un sistema acuapónico en la conciencia ambiental de los moradores del lugar de estudio y la cual se llegó a la conclusión que los niveles de conocimiento relacionado al tema son bajos, casi nulos, pero a su vez están interesados en el sistema y de incluirla entre sus actividades diarias.

Zavala (2018). Esta investigación tuvo como objetivo estimar la acuaponía utilizando trucha en hidroponía en la producción de forraje verde de cebada. Los resultados fueron favorables para el sistema acuapónico comparados al sistema hidropónico.

Vargas (2017). El presente proyecto tuvo como finalidad analizar la eficiencia de la calidad de agua del reservorio de los peces, para así poder demostrar la eficacia en la producción de los peces cumpliendo con los parámetros establecidos.

Ayala (2019). La principal finalidad fue determinar las ventajas que da cultivar (*Oreochromis nicoticus*), en la región san Martín para determinar lo beneficios económicos que va a brindar a la población.

Quintos (2019): Es una planta que pertenece a la familia de las gramíneas, esta tiene un promedio de 60 especies ninguna prominente del Perú. Dicha hierba es originaria de la región suroriente de Asia encontrándose distribuida en todo América central como también en América del sur. En el Perú las principales regiones de producción son Lima, Cajamarca y Ucayali, Planta con tallos con ramas de unos 1 metros de alto con nódulos. Tienen hojas aromatzadas, acaparadas en su raíz, tiene forma lisa con ramas alargadas con un tanto pendulazas. en tanto a su taxonomía es: Reino: Plantae Familia: Poaceae (Gramíneas) Especie: *Cymbopogon citratus* En su familia: Las poáceas.

Torres, dos santos entre otros (2019): La hierba luisa es una planta que puede llegar a medir 2m de altura sus hojas son alargadas que suelen llegar hasta los 70cm de largo y 18 mm de ancho, sus hojas son en forma de tiras, son de color verde en forma de vegetativa aromáticas nacen en forma de densos macizos.

Chen y Otros (2020). En el presente estudio se evaluó el desempeño ambiental sobre una base económica, de la acuaponía y la hidroponía con un diseño de sistema idéntico en Indiana, EE. UU. Durante un período de cultivo de un mes, la tilapia y seis hortalizas producidas en el sistema acuapónico tenían casi el doble del valor total de las hortalizas del sistema hidropónico. La acuaponía produjo un impacto ambiental de punto final un 45% menor que la hidroponía

Pérez y Otros (2019). En este estudio, se pretende demostrar que las verduras producidas por el sistema acuapónico es aptas para el consumo humano. Por consiguiente, se llegó a conclusión que el contenido de nitratos dentro de la hoja de la verdura está dentro de los límites para su consumo.

Según Muñoz (2012). Es un procedimiento de cultivo de interacción mutua de los peces y las plantas donde las plantas reciben nutrientes de las excretas de los peces mediante la recirculación del agua ya que estos son esenciales para su crecimiento.

Izquierdo (2003). La hidroponía es una alternativa de solución para la producción masiva de vegetales donde las plantas dejan de prescindir del suelo y solo es necesario un sustrato rico en nutrientes que circule a través de las raíces.

Gilsanz (2007). La hidroponía es un conjunto de series de un sistema de producción donde los nutrientes son de gran importancia porque llegan a través del agua, se aplica de forma artificial donde el suelo no es necesario para su nutrición.

Según Junge y otros (2017): resalta que la acuaponía es un sistema donde el agua recircula, pasando a través de un filtro a tanques donde los peces pueden crecer. La recirculación no permite, la acumulación de amoníaco en el agua, que es producido por las excretas de los peces y puede afectar la vida acuática.

Así mismo según (Maucieri y col., 2018): nos dice que una alternativa para producir alimentos de manera sostenible es a través del sistema acuapónico, ya que este sistema es muy favorable para reducir los impactos negativos al ambiente así mismo disminuye el consumo de agua reduce los agro quimos y proporciona cultivos comerciales.

Gonzales (2017). Este proyecto va a analizar los efectos de una estructura paisajística compuesta por un jardín vertical sustentado por acuaponía, por lo cual se realizó encuestas para saber lo que piensan los alumnos de la Universidad de Sevilla; a través de esta encuesta se apreció que la mayoría de las personas no conoce el sistema acuapónico se tuvo como finalidad que los estudiantes tengan conciencia de que puede ofrecer este sistema como un método de producción limpia.

Gorosito, Zanazz, entre otros (2017) Esta investigación tuvo como principal objetivo la producción de los peces y vegetales así poder disminuir el cambio de agua y poder ayudar al medio ambiente a través de este método se cuida el agua y más sustentable. Esto se realizó en un sistema de recirculación con un mínimo cambio de agua semanal. Tuvo como resultado que a través de este método tuvo optimo desarrollo tuvo un buen crecimiento de las hortalizas y los mismo con el crecimiento de los peces.

Produce (2016). La acuicultura es de gran importancia en los organismos acuáticos, donde se implica una gran intervención para el crecimiento de cría así poder incrementar factores como alimento, empleo e ingresos y de este modo poder dar mejoras económicas y ambientales, para así tener un uso adecuado de los recursos naturales que garanticen un cuidado de la propiedad individual del recurso colectivo.

Ramírez et al. (2008). Los sistemas acuapónicos presentan una gran variedad de ventajas entre la cuales tenemos las siguientes; La generación de una producción integrada de peces y plantas son de gran importancia ya que los desechos de los peces sirven como nutrientes para las plantas.

- Los alimentos producidos son más limpios y sanos ya que no implica el uso de agentes químicos.
- Se generó empleo y se mejoró la calidad de las personas así se pudo mejorar la unión en los cultivos hidropónicos.
- Al no usar la tierra para generar vegetales no va haber plagas o enfermedades que puedan dañar lo que se desarrollado.

Por otro ende Iturbide (2008): señala que la Acuaponía los principales objetivos.

- Los excrementos de los peces son vitales para en crecimiento de los vegetales
- La reutilización del agua es de gran importancia al sistema ya que permite el ahorro del agua
- El producto generado el sistema acuapónico es más saludable

Produce (2004). La tilapia tiene costumbres en los alimentos de omnívoros, aceptando rápidamente los alimentos elaborados artificialmente para que así puedan llegar haber 26 tipos, los números que hay de huevos por tamaños es similar al peso de las hembras (*Cymbopogon citratus*), sus crías se desarrollan principalmente en boca, lo machos siempre cuidan y protegen la delimitación de su zona.

Fondepes (2004). La tilapia es una de las especies con gran variedad de ventajas para su cultivo y de gran resistencia al manejar, es de gran importancia brindarles la mejor calidad para el desarrollo. La hierba luisa con nombre científico *Cymbopogon citratus* en algunas partes del mundo es conocido también como Hierba de Limón, pertenece a la familia Poaceae, esta hierba es un ingrediente fundamental para las Industrias de fragancia a nivel mundial, a su vez es utilizada como medicina tradicional (Intenkar, Tauquee y Dalal, 2018, "Características de la Hierba luisa", parr.3)

Rakocy et al. (2006). El significado de la acuaponía es una actividad variada de acuicultura e hidroponía.

Merino, Trejo, entre otros (2015). La acuaponía es la unión de dos métodos tradicionales de cultivo entre los cuales tenemos la acuicultura que es el cultivo de animales acuáticos y la hidroponía es el producto de cultivos vegetales. Estos dos sistemas de cultivos se benefician mutuamente su principal beneficio el aprovechamiento de los nutrientes que viene hacer las excretas de los peces que estos son aprovechados por las plantas del sistema hidropónico, este sistema hace que las plantas reduzcan la contaminación y el agua tenga una mejor eficiencia en sistema acuapónico.

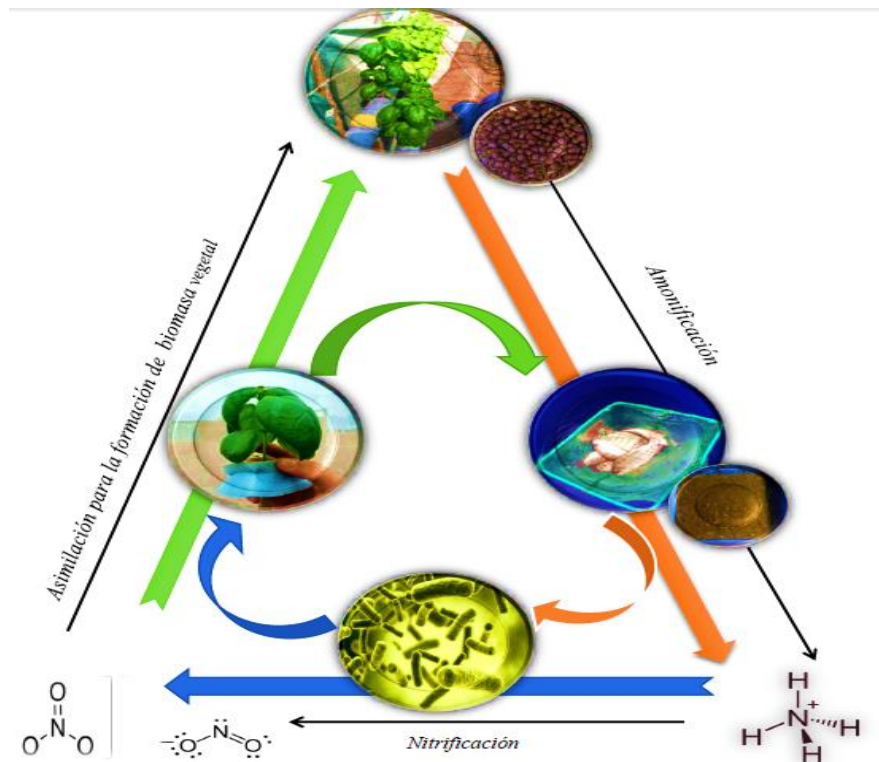


Figura 01: Proceso de la acuaponía

Fuente: Morales según la MPCH (2010). Detalla la ubicación geográficamente en las siguientes coordenadas

Tabla 01: *Coordenadas Geográficas de los puntos extremos de Chiclayo*

Orientación	Norte	Este	Oeste	Sur
Latitud sur	06°28'45"	06°46'30"	07°10'27"	06°49'06"
Longitud oeste	79°26'00"	79°07'09"	79°41'18"	79°56'38"

Fuente: "Plan de desarrollo concertado de la Provincia de Chiclayo 2010-2021," MPCH.2010

Si se habla del clima de Chiclayo podemos decir que es seco templado, ocurrentemente con fuertes vientos, pero soleado la gran parte del año, lluvias los primeros meses del año, normalmente su clima varía entre los 15 °C y 23 °C. (El comercio,2019, julio 17).

Carrión (2017). La provincia de San Ignacio es una de las trece que integran la región Cajamarca en el norte del Perú, San Ignacio se encuentra a -5.08333 de latitud y a -79 de longitud en grados decimales, y posee una altura de 1271 ms.n.m.

Además, en referencia a su condición climática, San Ignacio presenta temperaturas cálidas las temperaturas pueden llegar hasta los 30 °C. No obstante, en las zonas altas, el clima es templado o frío permanentemente. La ubicación de San Ignacio favorece a que tenga un clima cálido y de constantes lluvias, ya que prácticamente esa zona es denominada ceja de selva.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño investigación

Tipo investigación: Básica

Teodoro (2016). Se dice que es básica porque ayuda al cimiento de la investigación aplicada y tecnológica.

Diseño de investigación: No experimental transversal Descriptivo correlacional

Hernández entre otros (2014): Esta investigación es de tipo aplicada. La siguiente investigación tiene un tipo de investigación no experimental, descriptiva correlacional, transversal. Esta investigación se identifica por un diseño no experimental, esta investigación se realiza sin manipular las variables en estudio. Esto significa que varía de forma intencional a la variable independiente para así determinar su influencia sobre otras variables, es transversal ya que recolecta una sola vez en un tiempo único.

Hernández entre otros (2014): Para elegir la muestra se procedió a utilizar un tipo de muestreo No probabilístico: ya que la muestras que se recogieron en un proceso, que no brindan a todos los estudiantes de la población iguales oportunidades de ser escogidos, esto de carácter intencionado ya que la mayoría de elementos son escogidos a base de criterios o juicios de inclusión y exclusión preestablecidos.

3.2. Variables y Operacionalización

- Variable independiente: Acuaponía utilizando *Oreochromis nicoticus* (tilapia gris)
- Variable dependiente: cultivo de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

25 tilapias gris (*Oreochromis nicoticus*) y 30 Plántulas de Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

Muestra

25 tilapias gris (*Oreochromis nicoticus*) y 30 Plántulas de Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

3.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos

La técnica que se aplicaron en esta investigación fue el método de observación de campo para conocer todas las acciones que se realizaron.

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron fueron los siguientes:

- Videos
- Cuaderno
- Guías
- Guincha
- Balanza
- Tubos PVC de 6 pulgadas
- Tanque de 200 L
- Tanque de 70 L
- Manguera ½ pulga
- Llaves de agua
- Codos de 3 pulgadas
- Reducciones de 3 pulgadas
- Reducción de ½ pulgada
- Esponja Filtradora
- Esponja normal
- Bomba sumergible de 600L/H
- Oxigenador
- Extensión de energía eléctrica
- Pegamento de Tubos

3.5. Procedimientos

3.5.1. Instalación del sistema acuapónico

Para la instalación del sistema acuapónico recibimos asesoría virtual de la empresa “acuaponía proecosiclicos”. adaptadas por nosotros mismos con materiales reciclados y de manera artesanal.

Se acondicionó el área a trabajar por igual en ambas ciudades con las siguientes medidas: 2.70m de largo y 2.15m de ancho.

Para remplazar los acuarios se utilizaron estanques con una altura de 0.90m para agua con una capacidad de 200L, la parte superior del estanque se mantuvo abierta para la entrada de luz, para la alimentación y para fácil acceso para manipular los peces.

En cada filtro forzado se utilizó un estanque de 70L los cuales fueron perforados en la parte inferior para el acceso del agua a filtrar del estanque, dentro de este filtro forzado se colocaron 40 esponjas filtradoras cortadas con medidas de 30 cm de ancho por 50 cm de largo, llenando todo el estanque con estas esponjas filtradoras. Este filtro se colocó a 20cm sobre el estanque, para esto se acondicionó con 2 tablas sobre el estanque y sobre estos 3 ladrillos en cada extremo.

En el proceso de trasplante de las plántulas se colocaron 4 tubos de PVC de 6 pulgadas con tamaño de 2m de largo para cada sistema, los cuales se le hicieron 10 agujeros a cada tubo con una separación de 15cm, en el primer extremo de los tubos se le tapo con tapones para desagüe de 3 pulgadas y se le realizó un agujero en parte superior para que ingrese el agua filtrada a través de una manguera, y en el otro extremo se colocaron reducciones para el reingreso del agua al estanque.

Los tubos fueron colocados a 1.00m de suelo y a 10cm del estanque, está pendiente la tomamos en cuenta para el correcto recorrido del agua de los tubos hacia el estanque.

Para que el agua pueda llegar del estanque al filtro se adaptó una bomba sumergible con una fuera máxima de 600L/h y una altura de 1.5m, así mismo para el control del agua se utilizaron 2 llaves de paso de agua, uno del estanque hacia el filtro forzado y otro del filtro hacia las tuberías.

Se colocó un oxigenador dentro del estanque para tener una mejor adaptabilidad de las peces.

También se utilizaron pegamentos para tubos, reducciones, manguera, adaptadores.

3.5.2. Acondicionamiento del sistema acuapónico para su funcionamiento

Luego de haberse instalado el sistema se ingresó al estanque 170L de agua de los cuales fueron 85L de agua sin cloro (en caso de Chiclayo agua de acequia y en caso de san Ignacio agua de lluvia) y 85L de agua potable, se dejó reposar por 3 días con la finalidad de que el cloro se evapore, luego de transcurrido los 3 días se prendió la bomba sumergible para observar el correcto recorrido del agua, el cual estuvo conforme.

3.5.2.1. Acondicionamiento y preparación de tilapias y llevar luisa

Los alevinos de la especie *Oreochromis nicoticus* los cuales fueron traídos en caso de Chiclayo por la empresa acuaponía proecosiclicos desde la ciudad de Trujillo y en caso de san Ignacio se obtuvo de un criadero ubicado en un centro poblado de la misma ciudad, los peces que fueron adquiridos tuvieron un tamaño de 4cm.

Se ingresaron los alevinos al estanque en bolsas con la misma agua que se trajeron, durante 3 horas, esto fue se realizó para su aclimatación.

3.5.2.2. Acondicionamiento de hierba luisa

La plántula de la especie *Cymbopogon citratus* se trasplantó un día después de haber ingresado los peces al sistema, estas plántulas proceden de las mismas ciudades.

Se tuvieron de manera inicial 35 plántulas de 10 cm de altura cada una.

3.5.3. Funcionamiento del sistema acuapónico

En el tanque de 200 L se introdujeron 40 alevinos de tilapia gris, el cual a través de una manguera de ½ pulgada y con la fuerza de la bomba sumergible de 600 L/H lleva el agua de tanque hacia el filtro forzado el cual está a 20 cm sobre el tanque, así mismo los residuos más grandes se quedan en el fondo del estanque y el resto sube al filtro, este filtro forzado recibe el agua, mediante las esponjas filtradoras las sustancias suspendidas en el agua y luego pasa por la manguera de ½ pulgada en donde el agua ingresa por un extremo de los tubos donde esta acondicionado por unos agujeros y así hace su recorrido por dentro de los tubos.

Descripción del sistema acuapónico según el recorrido del agua (ciudad de Chiclayo): “1” estanque de peces, “2” filtro forzado, “3” Sistema hidropónico.



Figura 02: Recorrido del agua en el sistema acuapónico en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Descripción del sistema acuapónico según el recorrido del agua (ciudad de San Ignacio): “1” estanque de peces, “2” filtro forzado, “3” Sistema hidropónico.



Figura 03: Recorrido del agua en el sistema acuapónico en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Descripción Climatológica de las Ciudades de Chiclayo y San Ignacio

Con la ayuda del celular descargamos una aplicación llamada “clima”, mediante el cual pudimos darles seguimiento a las condiciones climatológicas de manera diaria de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio, así mismo esto nos permitió registrar datos como, temperatura máxima, temperatura mínima, cantidad de precipitación (ml/m^2)

3.5.5. Densidad de Siembra

La densidad de siembra fue de 30 tilapias grises / 25 plántulas de hierba luisa.

3.5.6. Determinación de crecimiento y productividad de la tila gris

3.5.6.1. Determinación del crecimiento y productividad de la tilapia gris

Con el objetivo de recolectar estos datos, se hizo la biometría de los peces cada 15 días en un periodo de estudio de 60 días calendarios, y se utilizaron instrumentos de medición como: Wincha global de 5 metros y una balanza de mano. Los cuales se hicieron las siguientes mediciones:

- Longitud (cm)
- Peso (kg)

Tabla 02: Fórmulas para obtener datos

Nombre	Fórmula	Significado de abreviatura
Peso Promedio	$\Sigma P/TI$	P: Peso TI: Total de individuos
Longitud Promedio	$\Sigma L/TI$	L: Longitud
Ganancia de peso promedio	$GPp = PpF - PpI$	GPp: Ganancia de peso promedio PF: Peso promedio Final PI: Peso promedio Inicial
Ganancia en peso	$GPT = PF - PI$	GPT: Ganancia en peso total PF: Peso Final PI: Peso Inicial
Ganancia en Longitud promedio	$GLp = Lpf - Lpi$	GLp: Ganancia en Longitud promedio Lpf: Longitud promedio final Lpi: Longitud promedio inicial
Tasa de crecimiento del cultivo	$TCC = (Lpf - Lpi) / T$	TCC: Tasa de crecimiento del cultivo. T: tiempo de crecimiento

Fuente: Elaboración propia

3.5.6.2. Determinación del crecimiento y productividad de la hierba luisa

Se analizó el crecimiento de la hierba luisa cada 10 días, con un tiempo de estudio de 60 días calendario, se utilizó como instrumento de medición:

- Wincha global de 5 metros

Tabla 03: Fórmulas para obtener datos

Nombre	Formula	Significado de abreviatura
Longitud Promedio	$\Sigma L / T_p$	L: Longitud T _p : Total de plantas
Ganancia en Longitud promedio	$GL_p = L_{pf} - L_{pi}$	GL _p : Ganancia en Longitud promedio L _{pf} : Longitud promedio final L _{pi} : Longitud promedio inicial
Número total de hojas	Σ del total de hojas del cultivo	
Número de hojas promedio	Σ del total de hojas del cultivo / T _I	
Tasa de crecimiento del cultivo	$TCC = (L_{pf} - L_{pi}) / T$	TCC: Tasa de crecimiento del cultivo. T: tiempo de crecimiento

Fuente: Elaboración propia

3.5.7. Frecuencia de alimentación

El tema de alimentación fue suministrado en 3 veces al día en pequeñas cantidades que sumados den 50 gramos, para evitar grandes cantidades de residuos dentro del estanque y así no se sobrecargue el agua. Se alimentó a las 8:00 am, 2 pm y 8 pm respectivamente

3.5.8. Determinación de volumen total dentro del sistema.

Tabla 04: *Volumen total dentro del sistema*

	Volumen Total	Volumen Útil
Estanque de peces	200 L	170 L
Filtro forzado	70 L	30 L
Volumen total	270 L	200 L

Fuente: Elaboración propia

3.5.9. Determinación de Caudal dentro del sistema.

El caudal del sistema se halló por la bomba sumergible ya que esta tiene un caudal de recirculación de:

- 600 L/H
- 10 L/MIN
- 0,16 L/S

3.5.10. la recirculación de agua

La recirculación de agua fue parcial, exactamente 3 veces por días

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizaron tablas y gráficos estadísticos en Excel.

3.7. Aspectos éticos

Todo lo mencionado en este proyecto de investigación sea respetado el derecho de autor con citas de información claras y puntuales de diferentes autores para poder relacionarlas con nuestro tema de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Se monitoreó y describió de manera diaria las condiciones climatológicas de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio.

Tabla 05: *Condiciones climatológicas de San Ignacio de los meses de abril-mayo*

Día	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Precipitación mm	Precipitación en l/m ²
01/04/2021	29	19	1.3	1.3
02/04/2021	29	19	1.7	1.7
03/04/2021	30	29	1.7	1.7
04/04/2021	31	21	1.1	1.1
05/04/2021	29	21	1.1	1.1
06/04/2021	27	20	1.1	1.1
07/04/2021	27	20	1.6	1.6
08/04/2021	27	20	1.1	1.1
09/04/2021	27	19	0.8	0.8
10/04/2021	26	19	2.4	2.4
11/04/2021	28	18	2	2
12/04/2021	26	18	0.9	0.9
13/04/2021	25	18	1.1	1.1
14/04/2021	25	18	1	1
15/04/2021	27	18	2	2
16/04/2021	26	18	1.7	1.7
17/04/2021	26	19	1.8	1.8
18/04/2021	27	19	2.3	2.3
19/04/2021	29	19	1.8	1.8
20/04/2021	28	18	1.9	1.9
21/04/2021	25	18	1.7	1.7
22/04/2021	25	17	1.4	1.4
23/04/2021	26	17	1.2	1.2
24/04/2021	26	16	0.9	0.9
25/04/2021	26	17	0.5	0.5
26/04/2021	24	17	0.7	0.7
27/04/2021	24	17	1.7	1.7
28/04/2021	25	16	4.3	4.3
29/04/2021	26	18	1.6	1.6
30/04/2021	25	17	1.5	1.5
01/05/2021	26	18	1.2	1.2
02/05/2021	24	17	1.3	1.3
03/05/2021	27	20	1.6	1.6

04/05/2021	26	18	1.6	1.6
05/05/2021	26	17	1.3	1.3
06/05/2021	25	18	1.5	1.5
07/05/2021	25	17	1.3	1.3
08/05/2021	25	18	1.2	1.2
09/05/2021	23	17	1.1	1.1
10/05/2021	25	17	1.6	1.6
11/05/2021	25	17	1.8	1.8
12/05/2021	25	18	2.2	2.2
13/05/2021	25	17	1.7	1.7
14/05/2021	24	17	2	2
15/05/2021	24	17	2.3	2.3
16/05/2021	23	17	3.5	3.5
17/05/2021	24	17	4	4
18/05/2021	25	18	3.4	3.4
19/05/2021	23	18	4.2	4.2
20/05/2021	22	17	3.2	3.2
21/05/2021	22	17	3.3	3.3
22/05/2021	23	18	4	4
23/05/2021	24	18	4.6	4.6
24/05/2021	24	18	4	4
25/05/2021	26	18	4.3	4.3
26/05/2021	22	18	4.2	4.2
27/05/2021	22	18	3.8	3.8
28/05/2021	22	18	4.3	4.3
29/05/2021	21	18	3.7	3.7
30/05/2021	29	17	5.9	5.9
31/05/2021	26	19	7.9	7.9
PROMEDIO	25.48	18.15	2.26	2.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 06: *Condiciones climatológicas de Chiclayo de los meses de abril-mayo*

Día	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Precipitación mm	Precipitación en l/m²
01/04/2021	28	22	1.8	1.8
02/04/2021	28	22	1.6	1.6
03/04/2021	28	22	2.1	2.1
04/04/2021	28	21	1.5	1.5
05/04/2021	28	21	1.1	1.1
06/04/2021	28	21	1	1
07/04/2021	28	21	2.3	2.3
08/04/2021	28	21	2.1	2.1
09/04/2021	28	21	1	1
10/04/2021	28	21	1	1
11/04/2021	28	21	0.5	0.5
12/04/2021	28	21	0.6	0.6
13/04/2021	28	21	1.6	1.6
14/04/2021	28	21	3.1	3.1
15/04/2021	28	21	0.6	0.6
16/04/2021	28	21	0.2	0.2
17/04/2021	28	21	0.3	0.3
18/04/2021	27	20	0.7	0.7
19/04/2021	27	20	1.4	1.4
20/04/2021	27	20	0.9	0.9
21/04/2021	27	20	0.3	0.3
22/04/2021	27	20	0.2	0.2
23/04/2021	28	20	0.4	0.4
24/04/2021	28	20	0.2	0.2
25/04/2021	27	20	0.6	0.6
26/04/2021	27	20	0.6	0.6
27/04/2021	27	20	0.3	0.3
28/04/2021	27	20	0.4	0.4
29/04/2021	27	20	0.2	0.2
30/04/2021	27	20	0.7	0.7
01/05/2021	25.2	22.2	0.1	0.1
02/05/2021	25.1	22.1	0.2	0.2
03/05/2021	25.5	22.3	0.2	0.2
04/05/2021	25.2	21.9	0.2	0.2
05/05/2021	25	22.1	0.2	0.2
06/05/2021	24.9	21.9	0.3	0.3
07/05/2021	24.7	21.8	0.6	0.6

08/05/2021	24.9	21.7	0.3	0.3
09/05/2021	24.8	21.8	0.1	0.1
10/05/2021	24.8	21.8	0	0
11/05/2021	24.9	21.9	0.1	0.1
12/05/2021	24.9	22.2	0	0
13/05/2021	24.9	22	0	0
14/05/2021	24.6	21.7	0.3	0.3
15/05/2021	24.5	21.8	0.2	0.2
16/05/2021	24.3	21.4	0.2	0.2
17/05/2021	24.2	21.3	0.1	0.1
18/05/2021	24	21.2	0.2	0.2
19/05/2021	24.2	21.4	0	0
20/05/2021	24.5	21.7	0.4	0.4
21/05/2021	24.4	21.4	0.1	0.1
22/05/2021	23.8	21.3	0.1	0.1
23/05/2021	24	21.7	0.1	0.1
24/05/2021	24.1	20.9	0.1	0.1
25/05/2021	23.7	21	0	0
26/05/2021	23.5	20.9	0.3	0.3
27/05/2021	23.7	20.8	0.1	0.1
28/05/2021	23.3	20.7	0	0
29/05/2021	23.6	20.8	0.1	0.1
30/05/2021	23.7	20.9	0	0
31/05/2021	23.9	21.1	0.2	0.2
PROMEDIO	26	21.11	0.56	0.56

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En tablas x se observa las condiciones climatológicas en las ciudades San Ignacio y Chiclayo, existe una diferencia considerable en la precipitación, representada con un promedio de 2,26 l/m² y un 0,56 l/m² respectivamente, por otra parte, la temperatura en Chiclayo fue más elevada con un promedio de 26 °C con relación a los 25.45 °C que llegó a tener San Ignacio, así mismo la temperatura fue más baja en San Ignacio que en Chiclayo, representadas con un promedio de 18.15 °C y 21 °C respectivamente.

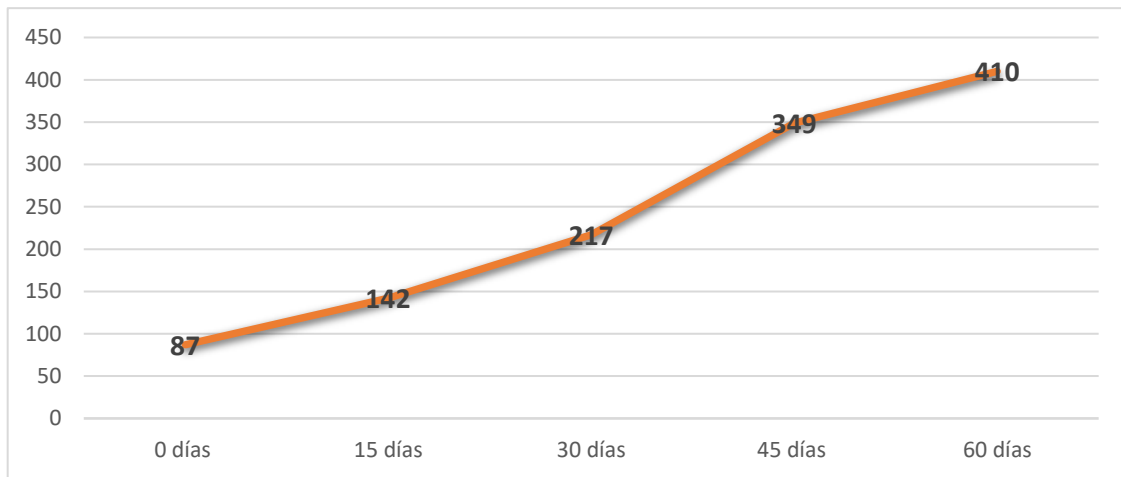


Figura 04: Peso total de tilapias en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa un incremento en el peso total de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, se inicia en el día 0 con 87 gr y culmina en el día 60 con 410 gr.

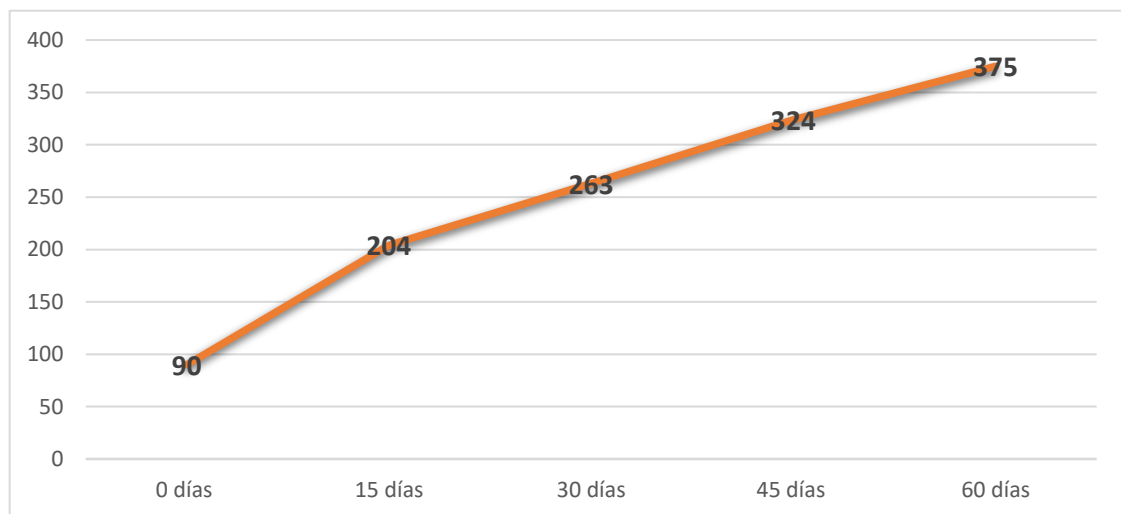


Figura 05: Peso total de tilapias en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa un aumento en el peso total de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, ya que inicia en el día 0 con 90 gr y culmina en el día 60 con 375 gr.

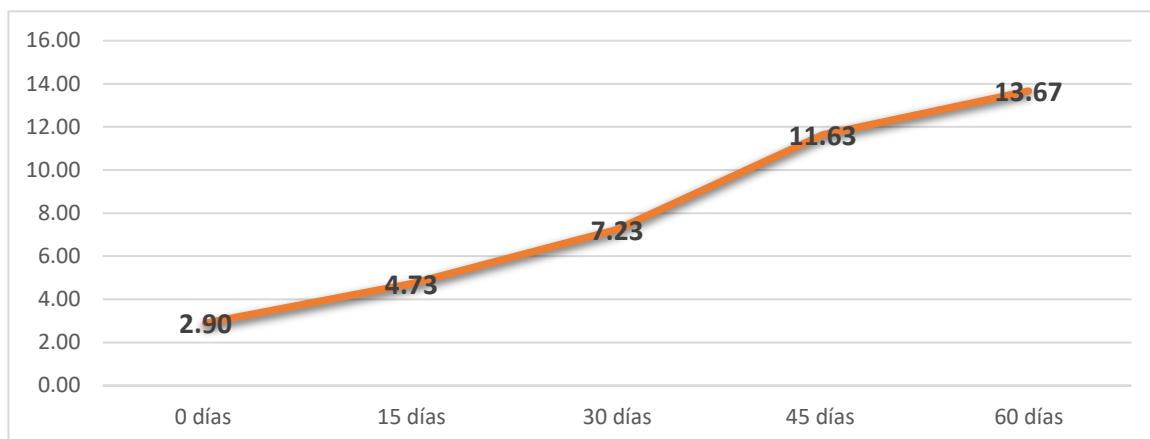


Figura 06: Peso promedio de tilapias en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa el peso promedio de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, así mismo resalta que en el día 45 es donde gana mayor peso, representada con un peso promedio de 11.63 gr y culmina en el día 60 con 13.67 gr.

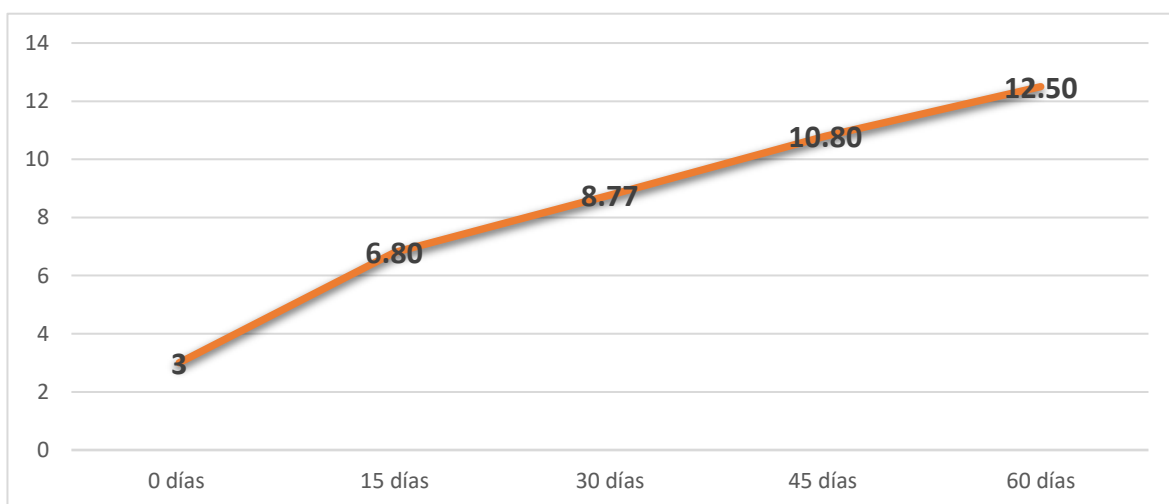


Figura 07: Peso promedio de tilapias en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa el peso promedio de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, en el cual se obtiene en el día 60 un peso promedio de 12.50 gr y el día que gana mayor peso es en el día 15 con un peso promedio de 6.80 gr.

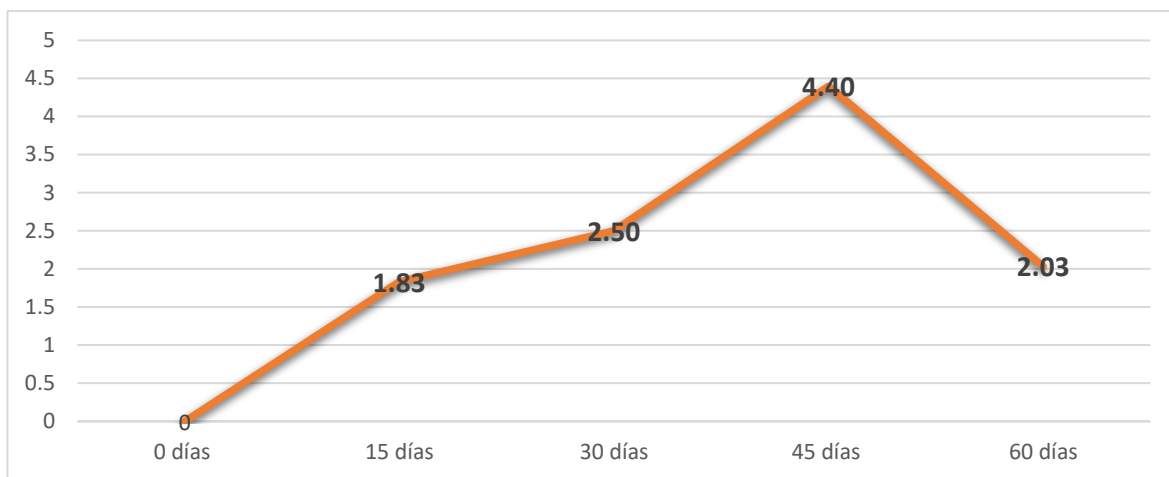


Figura 08: Ganancia de peso de tilapias en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa la ganancia del peso promedio de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, en la cual resalta que en el día 45 se obtuvo mayor ganancia de peso promedio representada con 4.40 gr y en el día 15 es la con 1.83 gr

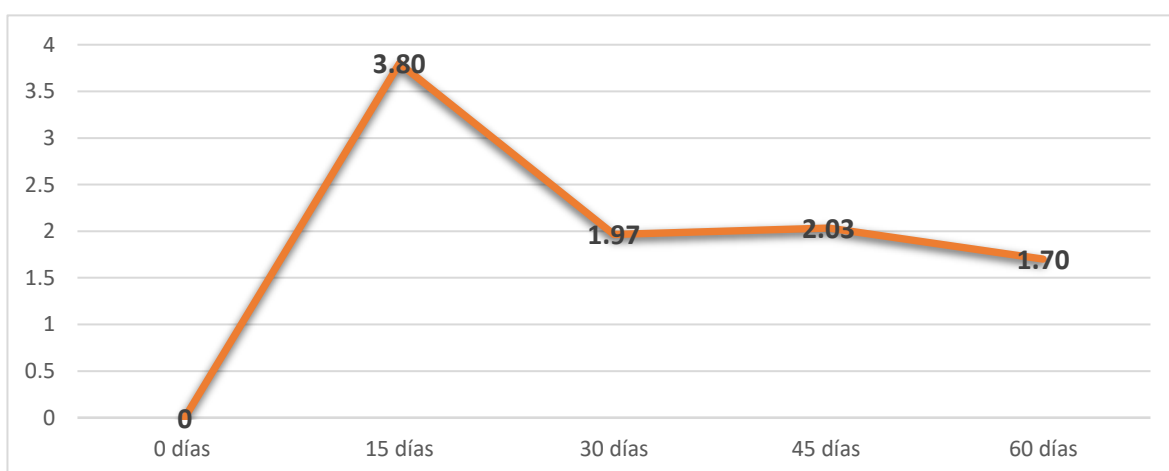


Figura 09: Ganancia de peso de tilapias en la ciudad San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa la ganancia del peso promedio de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, en la cual en el día 15 se obtuvo mayor ganancia de peso promedio representada con 3.80 gr y en el día 60 es la con 1.70 gr

4.2.2. Crecimiento en el tiempo de estudio de la tilapia gris (*Oreochromis nicoticus*)

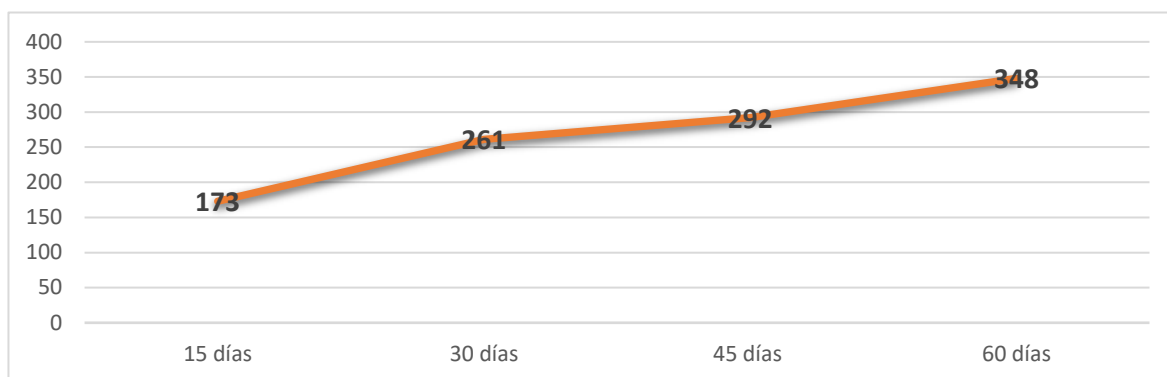


Figura 10: Longitud de tilapias en la ciudad Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa un progreso en la longitud total de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, ya que inicia en el día 0 con 117 cm y culmina en el día 60 con 248 cm y es en el día 30 donde gana mayor longitud total con 261 cm.

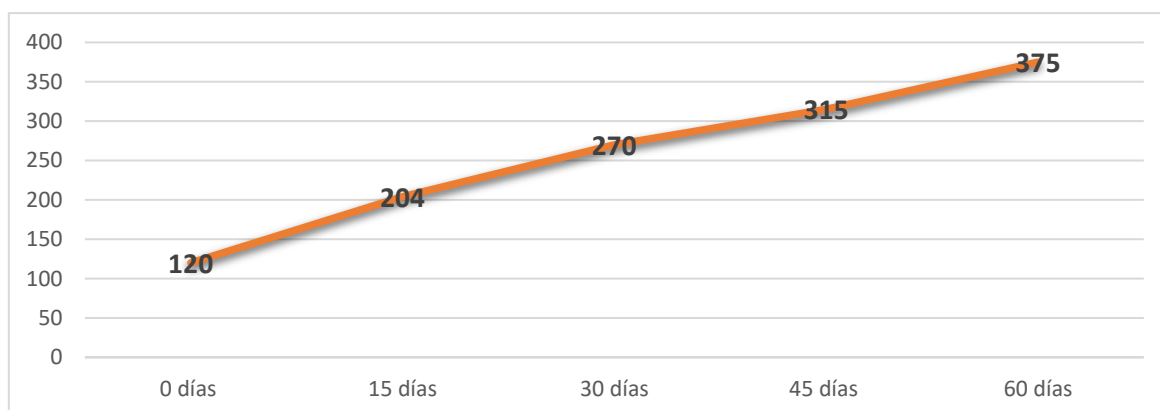


Figura 11: Longitud de tilapias en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa un aumento en la longitud total de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, ya que inicia en el día 0 con 120 cm y culmina en el día 60 con 375 cm y es en el día 15 donde gana mayor longitud total con 204 cm.

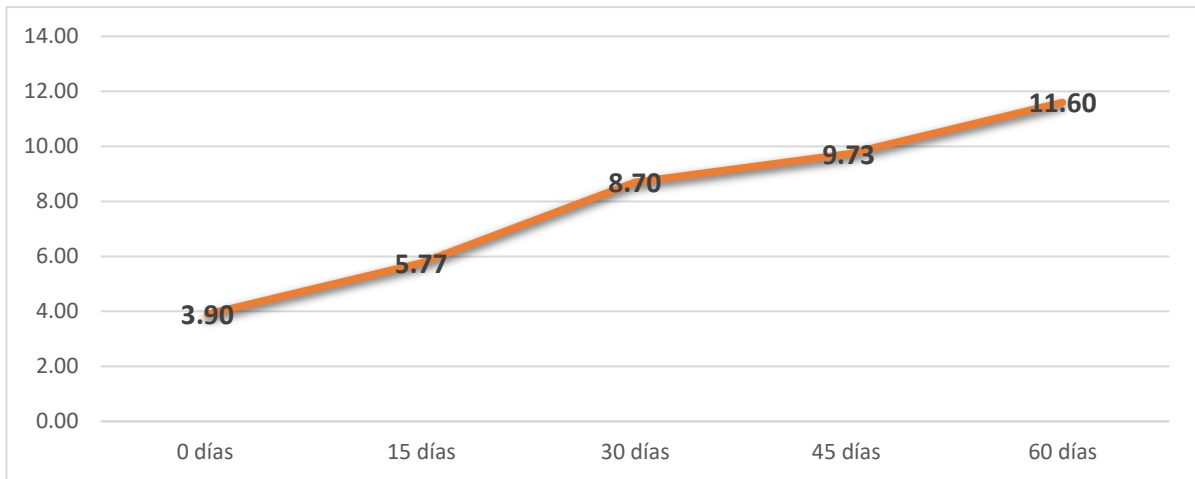


Figura 12: Longitud promedio de tilapias en la ciudad Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa la longitud promedio de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, así mismo resalta que en el día 30 es donde gana mayor tamaño, representada con un peso promedio de 8.70 cm y culmina en el día 60 con 11.60 cm.

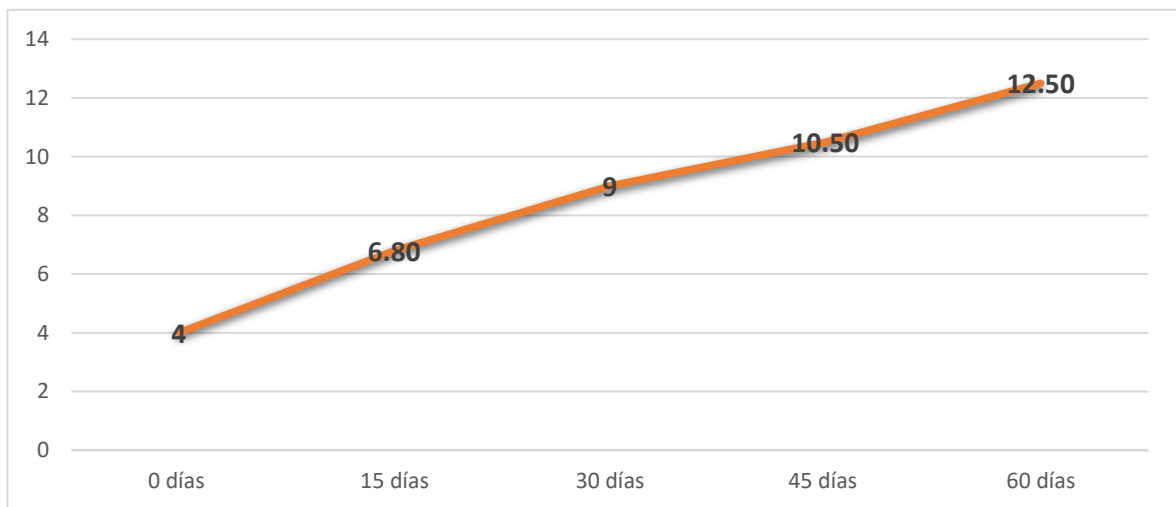


Figura 13: longitud promedio de tilapias en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del gráfico se observa la longitud promedio de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, en el cual se obtiene en el día 60 un peso promedio de 12.50 cm y el día que gana mayor peso es en el día 15 con un peso promedio de 2.80 cm.

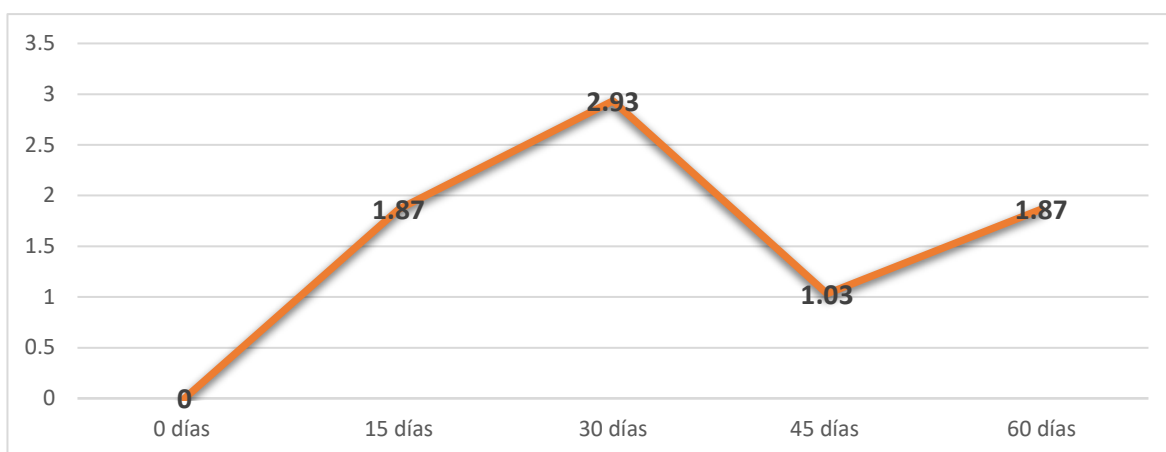


Figura 14: Ganancia de longitud de tilapias en la ciudad de san Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa la ganancia de longitud promedio de las tilapias en la ciudad de Chiclayo, en la cual resalta que en el día 30 se obtuvo mayor ganancia de longitud promedio representada con 2.93 gr y en el día 45 es la menor con 1.03 gr

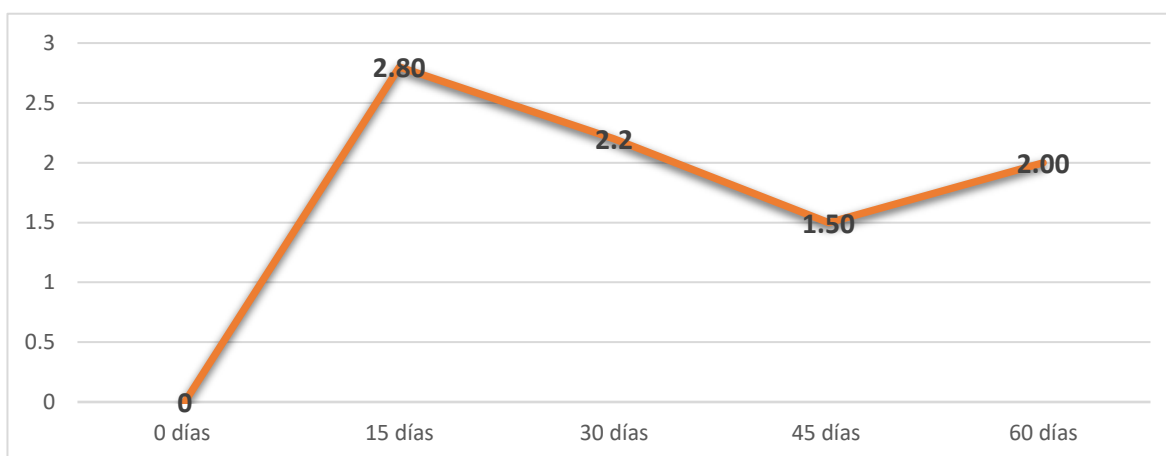


Figura 15: Ganancia de longitud de las tilapias en ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa la ganancia de longitud promedio de las tilapias en la ciudad de San Ignacio, en la cual en el día 15 se obtuvo mayor ganancia de peso promedio representada con 2.80 gr y en el día 45 es la menor con 1.50 cm.

4.2.3. Crecimiento en el tiempo de estudio de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

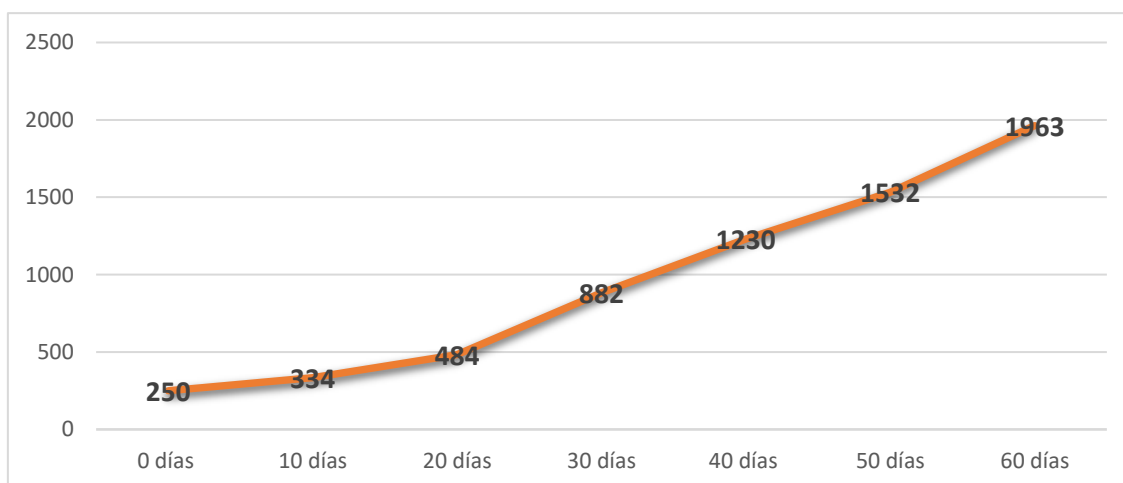


Figura 16: Longitud Total de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De los gráficos se observa un crecimiento en la longitud total de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, con 250 cm en día 0 y 1963 cm en el día 60.

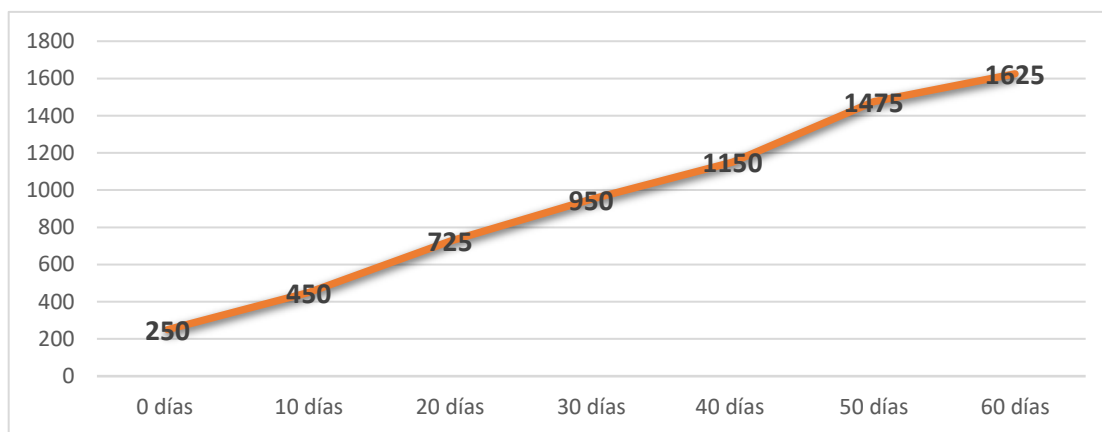


Figura 17: Longitud Total de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa un crecimiento en la longitud total de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, con 250 cm en día 0 y 11625 cm en el día 60.

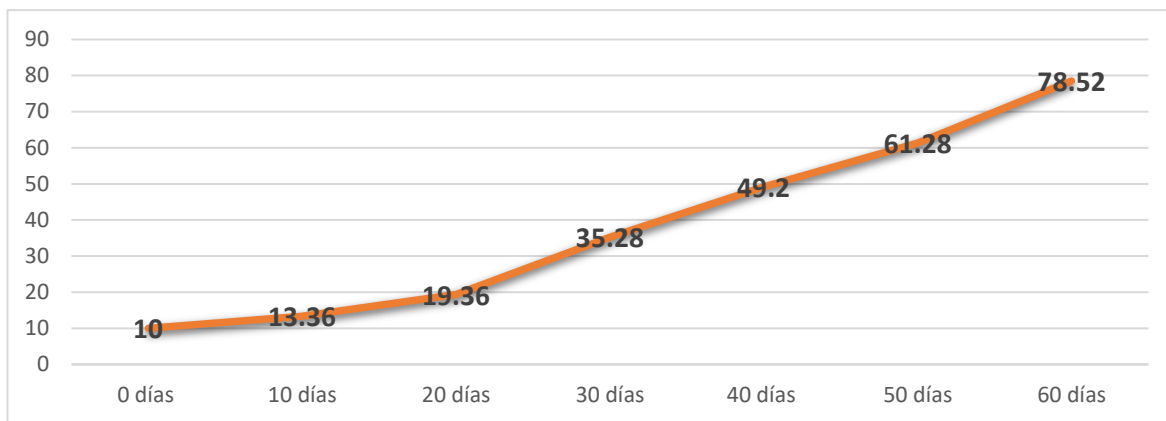


Figura 18: Longitud promedio de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa la longitud promedio de la Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, así mismo resalta que en el día 60 es donde gana mayor longitud, representada con una longitud promedio 78.52 cm.

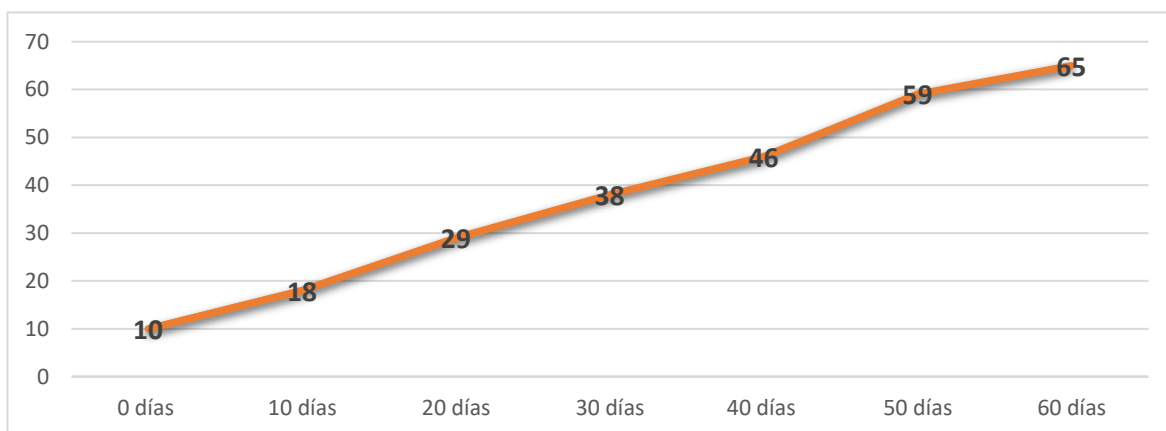


Figura 19: Longitud promedio de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura observa la longitud promedio de la Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio, en el cual se obtiene en el día 60 un peso promedio de 65 cm y el día que gana mayor tamaño es en el día 50 con un peso promedio de 59 cm.

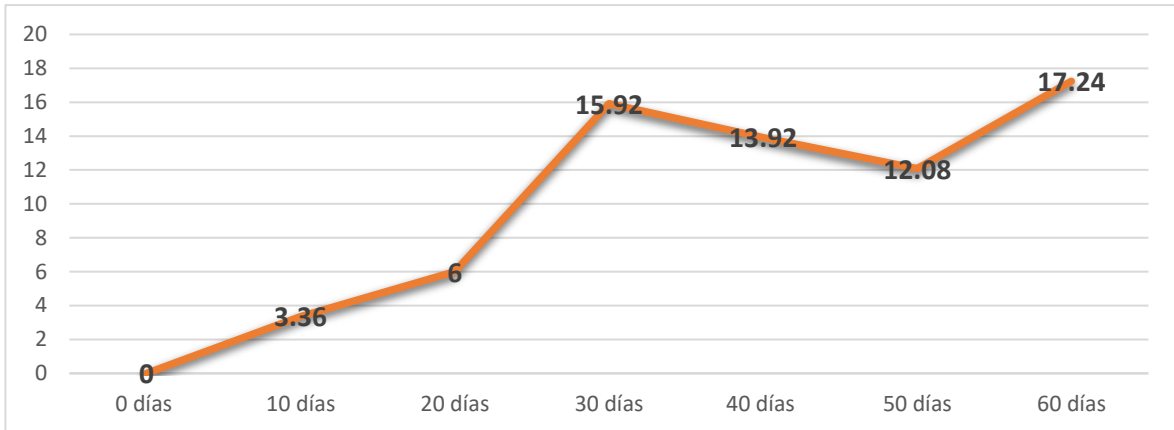


Figura 20: Ganancia de longitud de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se aprecia la ganancia de longitud promedio de la hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, en la cual resalta que en el día 60 se obtuvo mayor ganancia de longitud promedio representada con 17.24 y en el día 10 es la menor con 3.36 cm.

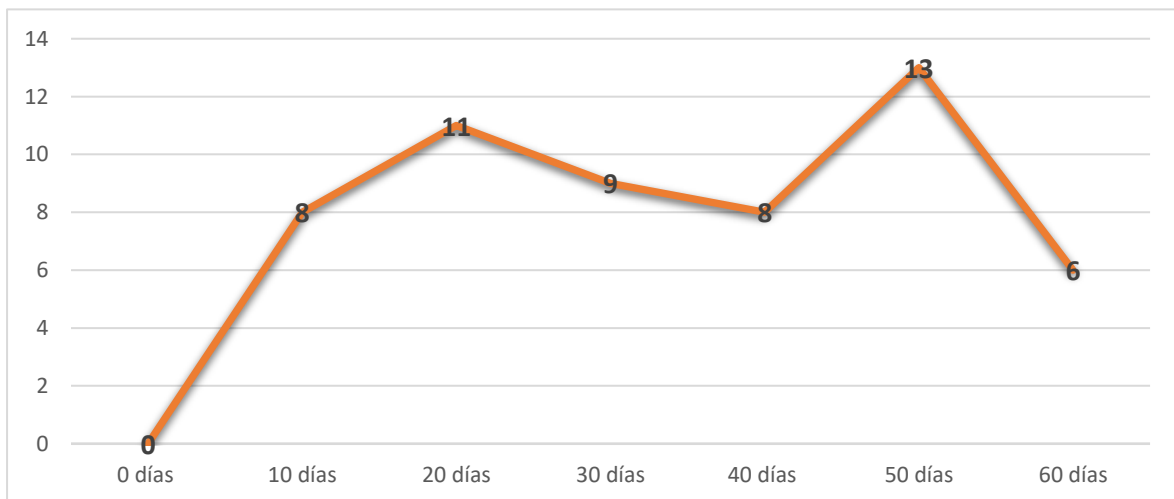


Figura 21: Ganancia de longitud de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa la ganancia de longitud promedio de la hierba luisa en la ciudad de San Ignacio, en la cual resalta que en el día 50 se obtuvo mayor ganancia de longitud promedio representada con 13 cm y en el día 60 es la menor con 6 cm.

4.2.4. Cantidad de hojas en el tiempo de estudio de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*)

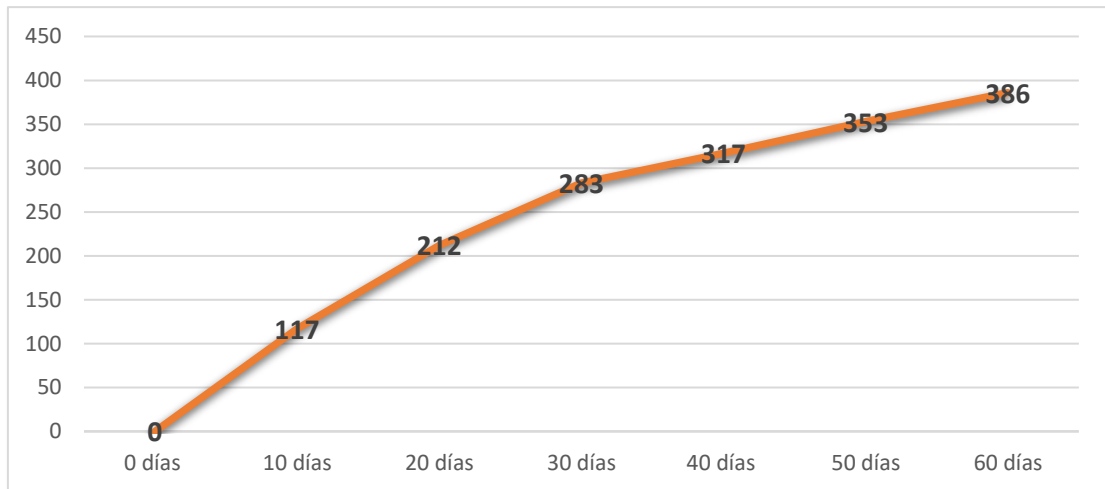


Figura 22: Cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se ve un incremento de cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, con 0 hojas en día 0 y con 386 en el último monitoreo.

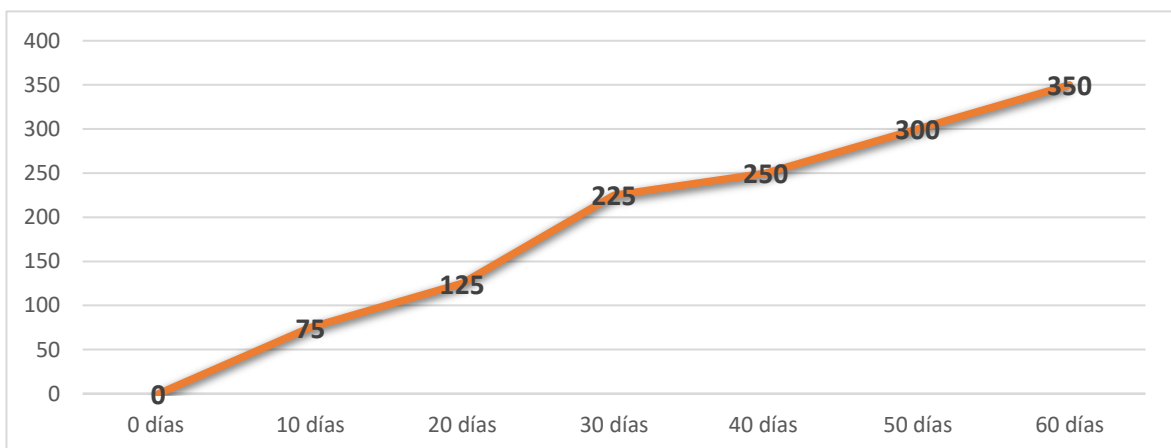


Figura 23: Cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa un aumento de cantidad total de hojas de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio, con 0 hojas en día 0 y con 350 en el día 60.

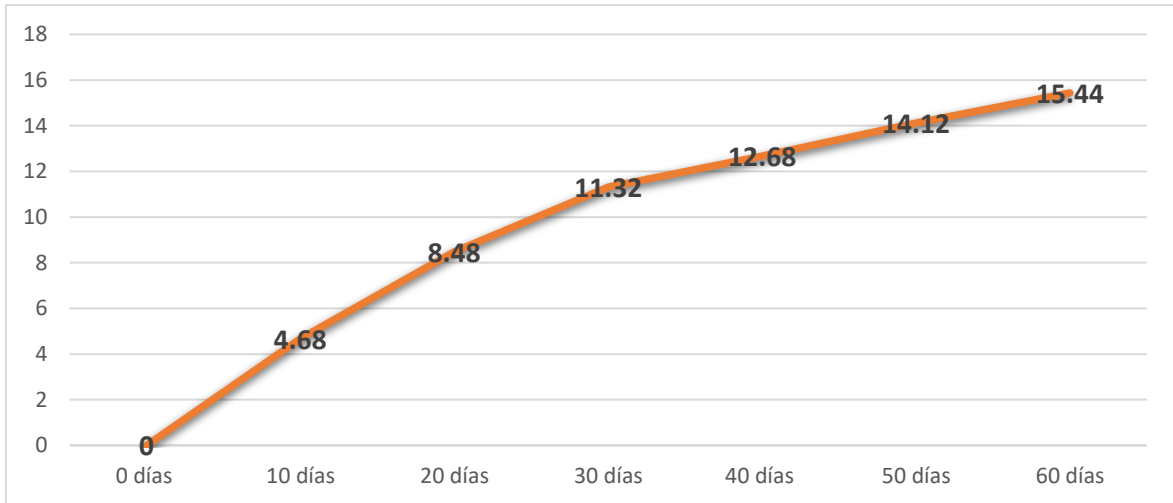


Figura 24: Cantidad promedio de hojas de Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se ve la cantidad promedio hojas de la Hierba luisa en la ciudad de Chiclayo, así mismo resalta que en el día 60 es donde gana mayor cantidad de hojas representada con un promedio de 15.44.

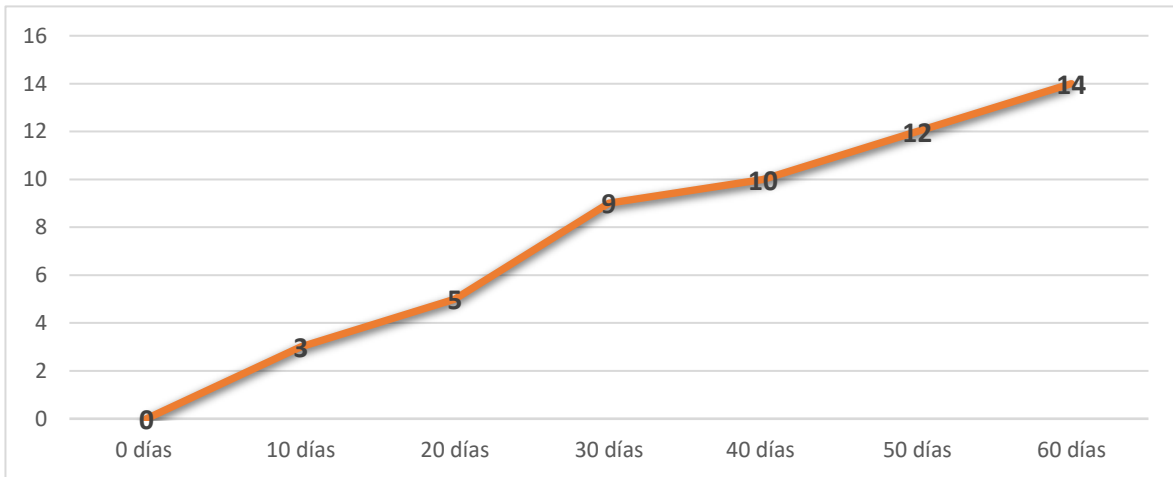


Figura 25: Cantidad promedio de hojas de Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la figura se observa la cantidad promedio hojas de la Hierba luisa en la ciudad de San Ignacio, así mismo en el día 60 es donde gana mayor cantidad de hojas representada con un promedio de 14.

Tabla 07: *Características del cultivo de las ciudades de Chiclayo y San Ignacio*

Características del cultivo	Ciudad de Chiclayo	Ciudad de San Ignacio
Tamaño	78.52 cm	60 cm
Cantidad de Hojas	15.44	14
Color de Hojas	Verdes en su totalidad	Verdes en su totalidad

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis que establece que la acuaponía con tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) tendrá un efecto positivo sobre el cultivo de Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en las ciudades de Chiclayo y San Ignacio.

El clima de Chiclayo es seco templado ocurrentemente con fuertes vientos, pero soleado la gran parte del año, las lluvias aparecen los primeros meses del año normalmente su clima varía entre °C15°y C°23 (comercio 2019). Así mismo la provincia de san Ignacio presenta temperaturas cálidas que pueden llegar hasta los 30 °C, no obstante, en las zonas altas el clima es templado o frío permanente y con constante lluvias es considerado ceja de selva por sus características geográficas donde se ubica la ciudad por ende la precipitación es más constante y clima más tropical (Carrión 2017), en el estudio que se realizó en las ciudades de Chiclayo y san Ignacio con relación al clima mostró una temperaturas máxima promedio de 26°C y 25.48°C respectivamente y con una temperatura mínima promedio de 21.7°C en Chiclayo y 18.15 °C en San Ignacio , las cuales difieren con las investigaciones de los autores antes mencionados, pero en lo que si guardan relación es en la precipitación ya que se observó un promedio de 0.56 l/m² en Chiclayo y 2.26 l/m² en San Ignacio,

Según ortega y Vergara (2015). En su estudio de investigación, se evaluaron tres sistemas de producción de plantas de hortalizas: arúgula (*Eruca vesicaria*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y tomate (*Solanum lycopersicum*), asociadas al cultivo semi-intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*), para determinar su adaptación y eficiencia productiva. se probaron tres técnicas acuapónicas: Sistema acuaaeropónico (SAC1); Sistema acuapónico con sustrato poroso e inerte (SAC2); Sistema acuapónico con lluvia sólida como sustrato de fijación (SAC3). Los resultados de crecimiento de las tres variedades de plantas, longitud del tallo, número de hojas y ramificaciones, tanto en el SAC2 como el SAC3, fueron eficientes. Esto está relacionado con nuestros resultados ya que en nuestro sistema se utilizó tilapia gris y un tipo de hortaliza, al igual que los autores mencionados fue eficiente.

Los sistemas acuapónicos son uno de los sistemas más prácticos, eficientes y que mejor se adaptan de todos los sistemas de producción alimentaria (ROA 2016) esta apreciación guarda relación con los resultados de nuestro estudio relacionado directamente con la eficiencia del sistema acuapónico en las ciudades de Chiclayo y san Ignacio, yaqué fue eficiente en las dos ciudades, pero cabe resaltar que se observó un mayor desarrollo de la tilapia gris en la ciudad de san Ignacio que en la ciudad de Chiclayo, así mismo se determinó que en la ciudad de Chiclayo hubo un mejor crecimiento de la hierba luisa que en san Ignacio, esto se originó por el factor climatológico que tiene cada ciudad.

Gorosito entre otros (2017). Esta investigación tuvo como objetivo la producción de peces y vegetales reduciendo la tasa de recambio de agua y su descarte hacia el ambiente, resultando en un uso más sustentable. Los sistemas utilizados para el cultivo hidropónico son los denominados Sistema de Balsas y NFT (Nutrient Film Technique) y para los peces SRA (Sistema de Recirculación Acuícola). Como resultado se obtuvieron vegetales y pescado de muy buena calidad, fortalecido por parte de un panel de evaluación sensorial con una muy buena aceptación. Se llegó a la conclusión que este novedoso sistema de producción alternativo no solo es factible de realizar a pequeña escala, sino también extrapolarlo a mediana o mayor escala y en espacios de poca dimensión. Esta investigación guarda relación con nuestros resultados ya que los sistemas fueron eficientes en las dos ciudades, teniendo como resultados una buena productividad en la tilapia gris y la hierba luisa.

Gordillo (2017). En su investigación tuvo como objetivo determinar la propiedad nutrimental de los residuos sólidos que habido en el efluente de un sistema acuapónico asociado a un cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), y de lechuga (*Lactuca sativa L.*). Como la principal solución nutritiva orgánica en la fertilización del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) bajo un sistema hidropónico de camas con sustrato sólido. Por eso se tuvo que analizar la altura de la planta, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto; peso y altura de la hoja, mediante ANOVA y prueba de Tukey. Se llegó a la conclusión que la solución orgánica derivada del efluente acuapónico puede ser una alternativa para la fertilización de hortalizas cultivadas en un medio hidropónico, estos resultados se asemejan a los de nuestro estudio ya que la solución orgánica derivada de los

influentes de nuestro sistema acuapónico sirvió como un fertilizante para el crecimiento y productividad de la hierba luisa

Fondepes (2004). La tilapia es una de las especies con gran variedad de ventajas para su cultivo y de gran resistencia al manejar, el agua donde se cultiva la tilapia debe tener una temperatura optima de 20 a 30 °C, también puede soportar temperaturas bajas, pero una temperatura menor a 10° C, es letal para su productividad y desarrollo, esto guarda relación con nuestros resultados ya que las tilapias tuvieron una fácil adaptación a los sistemas implementados en la ciudades de Chiclayo y san Ignacio, durante los 60 días que se realizó el estudio en las dos ciudades se llegó a tener un tamaño promedio de 11.60cm en Chiclayo y 12.50 en san Ignacio esta diferencia la relacionamos directamente a la genética de la tilapia.

Las características del cultivo fueron evaluadas por los factores del tamaño de la planta, numero de hojas y color de hojas teniendo un promedio en la ciudad de Chiclayo 78.52cm de longitud, 15.44 hojas y verde en su totalidad y así mismo en la ciudad de san Ignacio, tiene un promedio de 60 cm de longitud, 14 hojas y verde en su totalidad en un tiempo de estudio de 60 días, esto de asemeja a una producción convencional tal como lo dice torres y dos santos (2019). la hierba luisa es una planta que puede llegar a medir 2m de altura, sus hojas son alargadas que suelen llegar hasta los 70cm de largo y 18 mm de ancho, sus hojas son en forma de tiras, son de color verde en forma de vegetativa aromática su tiempo de maduración y cosecha es de 270 días.

En la construcción de estos sistemas acuapónicos en zonas urbanas sirven como una alternativa para la población del uso de nuevas tecnologías limpias para el medio ambiente , así mismo promueve una educación con respecto a este tipo de tecnologías, la acuaponía produce alimentos de gran similitud a los productos producidos por las agricultura tradicional, pero la falta de información no permite que este tipo de sistema de producción alimentaria crezca tal y como lo resalta Gonzales (2017) en cual mediándote una encuesta realizada a los estudiantes universitarios de la universidad de Sevilla, mostro en su mayoría una ignorancia sobre la tecnologías limpias exactamente sobre los sistemas acuapónicos.

Este estudio puede servir como motivación y poder promover el uso de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente de producción alimentaria para la población.

VI. CONCLUSIONES

1. El clima de Chiclayo es seco templado ocurrentemente con fuertes vientos y soleado, Así mismo la provincia de san Ignacio presenta un clima templado o frio permanente y con constantes lluvias; Mostraron una temperatura máxima promedio de 26°C y 25.48°C respectivamente y con una temperatura mínima promedio de 21.7°C en Chiclayo y 18.15 °C en san Ignacio, así mismo tuvo una precipitación promedio de 0.56 l/m² en Chiclayo y 2.26 l/m² en san Ignacio.
2. El sistema acuapónico en las ciudades de Chiclayo y san Ignacio fueron, eficientes, ya que las tilapias se adaptaron y la hierba luisa creció, pero cabe resaltar que observó un mayor desarrollo de la tilapia gris en la ciudad de san Ignacio que en la ciudad de Chiclayo, así mismo se determinó que en la ciudad de Chiclayo hubo un mejor crecimiento de la hierba luisa que, en san Ignacio, esto influenciado por las características climatológicas de cada ciudad.
3. Las características que se evaluaron fueron el tamaño de la planta, numero de hojas y color de hojas teniendo un promedio en la ciudad de Chiclayo 78.52cm de altura, 15.44 hojas y verde en su totalidad y así mismo en la ciudad de san Ignacio, tiene un promedio de 60 cm de altura, 14 hojas y verde en su totalidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con las investigaciones del sistema acuapónico con mayor tiempo de estudio.
2. Aplicar este sistema con climas más extremos.
3. Utilizar plantas autóctonas que se emplean en la gastronomía nacional.
4. Se recomienda continuar con la investigación haciendo un análisis físico-químico de los cultivos.

REFERENCIAS

ABUSIN, Sana y MANDIKIANA, Brian. Towards sustainable food production systems in Qatar: Assessment of the viability of aquaponics. Global Food Security [en línea].2020, [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2020] doi: 10.1016/j.gfs.2020.100349. Disponible en: [scihub.wikicn.top/10.1016/j.gfs.2020.100349](https://www.scihub.wikicn.top/10.1016/j.gfs.2020.100349)

Angelina Gorosito, Aldo N. Zanazzi, Federico Cecchi, María Prario, María M. Pérsico, Arturo Asiain, Paula Waldman, Julio Imeroni y Juan C. Mallo. PRODUCCION INNOVADORA Y SUSTENTABLE EN UN SISTEMA ACUAPONICO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (Unidad Académica Mar del Plata, 2017). Disponible en: <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/6759>

ANTONIO, Renzo. Implementación de un sistema acuapónico para la concientización ambiental en los pobladores del distrito de San Vicente – Cañete 2019. Tesis (obtener el grado académico de: maestro en gestión pública). Lima: universidad cesar vallejo,2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41052>

ASCATE, Anne y CESPEDES, Roberto. Efecto de la tasa de carga hidráulica del cultivo acuapónico de *oreochromis niloticus* y *lactuca sativa* en el crecimiento de las especies y en la disminución de nitrógeno del agua. Tesis (Título profesional de biólogo acuicultor). Nuevo Chimbote: universidad nacional de la santa facultad de ciencias,2019. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3500>

Ascencio, Silvia, Del Valle Gerardo y otro. Evaluación de un modelo de Acuaponía en la producción de biomasa de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en El Salvador (FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS). El salvador. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS (2019). Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19029/1/13101681.pdf>

AYALA, Ángelo. Rendimiento económico del cultivo de tilapia gris *oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en la zona del Huallaga central, región San Martín. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor) Lima: Universidad Federico Nacional Federica Villa Real, 2019. Disponible: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4013>

CAHUARI, Roxana y OCHOA, Eline: Dimensiones de personalidad y adicción a las redes sociales en estudiantes de la Universidad Nacional De San Agustín (Estudio realizado en las Áreas de Biomédicas, Ingenierías y Sociales). (Para optar el título profesional de psicólogas) Arequipa: Universidad Nacional de san Agustín.2016 Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3629>

Carrión, Luisa. Análisis del desarrollo empresarial sostenible del café orgánico de la Cooperativa Agraria San Ignacio de Loyola 2018 (TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGISTER) Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ,2017. Disponible en: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/renati_type.html#tesis

Carrión, Luisa. Análisis del desarrollo empresarial sostenible del café orgánico de la Cooperativa Agraria San Ignacio de Loyola 2018 (TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGISTER). Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ,2017. Disponible en: <http://purl.org/pe-repo/renati/type#tesis>

Chen, P., Zhu, G., Kim, H.-J., Brown, P. B., & Huang, J.-Y. (2020). Comparative Life Cycle Assessment of Aquaponics and Hydroponics in the Midwestern United States. *Journal of Cleaner Production*, 122888. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122888 url to share this paper: sci-hub.se/10.1016/j.jclepro.2020.122888

Chiclayo: noticias, historia, atractivos turísticos y absolutamente todo sobre la región. El Comercio [en línea].17 de Julio de 2019[Fecha de consulta: 13 de abril de 2021]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/lambayeque/chiclayo-noticias-chiclayo-hoy-clima-mapa-ubicacion-chiclayo-districtos-datos-lugares-atractivos-turisticos-festividades-e-historia-altura-poblacion-turismo-peru-noticia-nnda-nnlt-656086-noticia/>

Colque verónica. EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA– LA PAZ (Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo). Bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS (2018). Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20235/T-2615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Córdova jhoana. Valoración de dos sistemas acuaponicos para el cultivo de fresa (*fragaria vesca*) y su estimulación mediante productos algales. (titulación previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario). Sangolqui: universidad de las fuerzas armadas innovación para la excelencia (2019). Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15729/1/T-IASA%20I-005481.pdf>

Delgado nella. "APROVECHAMIENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA DEL CULTIVO DE TILAPIA (*Oreochromis sp.*) EN ACUAPONÍA" (TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIAS AMBIENTALES) Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (2020). Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4446/delgado-gavilano-nella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, A. M. (2017). Diseño, construcción y análisis de funcionamiento inicial de un sistema de acuaponía que combina un estanque ornamental con un jardín vertical exterior (Tesis de pregrado) Universidad de Sevilla., Sevilla-España.

Gordillo Sebastián: RESIDUO SÓLIDO ACUAPÓNICO, COMO SOLUCIÓN NUTRITIVA HIDROPÓNICA: UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE. (QUE PARA OBTENER EL GRADO DE: MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO SUSTENTABLE Y GESTIÓN DE RIESGOS). Chiapas: UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS (2017). Disponible en <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/676/1419.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GORDILLO, Sebastián. Residuo sólido acuapónico, como solución nutritiva hidropónica: una alternativa de producción sustentable. Tesis (Magister en ciencias en desarrollo sustentable y gestión de riesgos). Chiapas: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 2017. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/676/1419.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GREENFELD, Asael y otros. Consumer preferences for aquaponics: A comparative analysis of Australia and Israel. *Journal of Environmental Management* [en línea]. 2020, [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2020] doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109979. Disponible en: [scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jenvman.2019.109979](https://www.scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jenvman.2019.109979)

Gutiérrez diego. “SISTEMA DE CONTROL DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS Y ACUAPÓNICOS” (TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ADMINISTRATIVOS COMPUTARIZADO). GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL (2018). Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36869/1/TESIS_DIEGO_pdf_1.pdf

ITANKAR, Prakash TAUQEER, Mohammad y DALAL, Jayshree. Toxicological and pharmacological profiling of organically and non-organically cultivated *Cymbopogon citratus*. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* [en línea]. 2018, [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2020] doi: 10.1016/j.jaim.2017.04.002. Disponible en: [scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jaim.2017.04.002](https://www.scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jaim.2017.04.002)

Juárez Luis: “Evaluación de los parámetros biológicos de la tilapia gris *Oreochromis niloticus* mediante la implementación de un sistema acuapónico.” (obtener el grado de especialista en gestión e impacto ambiental). Tuxpan, Veracruz: UNIVERSIDAD VERACRUZANA (2016). Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/egia/files/2017/05/Luis-Enrique-Juarez.pdf>

Kamareddine, L. A., & Maraqa, M. A. (2021). Lifecycle assessment of aquaponics. *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering*, 1083–1108. doi:10.1016/b978-0-12-809582-9.00022-0. url to share

this paper: [sci-hub.se/10.1016/B978-0-12-809582-9.0002](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809582-9.0002)

KOURGANOVA, José: Tratamiento del mercado internacional y exportación de ajos y paprika por la empresa prive foods barranca-2018” (para optar el grado académico de maestro en administración marítima y portuaria) callao: Universidad nacional del callao.2019. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/4488>

Merino, Ortega-López, Trejo-Téllez, Sánchez-Páez, Salazar-Marcial, Salazar-Ortiz. La acuaponía: alternativa sustentable y potencial para producción de alimentos en México [En línea]. AGRO productividad México .2015 [fecha de consulta:22 de junio del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Esteban-Mancilla/publication/319205327_Produccion_de_huachinango_Luthanus_peru_en_jaulas_flotantes/links/599aef4daca272dff128d369/Produccion-de-huachinango-Luthanus-peru-en-jaulas-flotantes.pdf#page=62 ISSN:0188-7394

MORALES, Ángel. Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico prototipo, aplicado a tilapia gris (*oreochromis niloticus*) y albahaca (*ocimum basilicum*). Tesis (título profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal,2019. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4126>

NAVARRETE, Ramón. Plan de negocio para la creación de una empresa de acuaponía. Tesis (Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos) Valencia: Universitat Politècnica de València,2018. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/107007/NAVARR%c3%89%20-%20Plan%20de%20negocio%20para%20la%20creaci%c3%b3n%20de%20una%20empresa%20de%20acuapon%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez-Urrestarazu, L., Lobillo-Eguibar, J., Fernández-Cañero, R., & Fernández-Cabanás, V. M. (2019). Food safety concerns in urban aquaponic production: nitrate contents in leafy vegetables. Urban Forestry & Urban Greening, 126431. doi: 10.1016/j.ufug.2019.126431. url to share this paper: [sci-hub.se/10.1016/j.ufug.2019.126431](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126431)

Portal del Estado (2010). Disponible en: https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/1396/PLAN_1396_Propuesta_Del_Plan_De_Developmento_Concertado_De_La_Provincia_De_Chiclayo_2010_-_2021_2011.pdf

Quintos, Deysi. EFECTO ANTIBACTERIANO DEL ACEITE ESENCIAL DEL CYMBOPOGON CITRATUS “HIERBA LUISA” SOBRE CEPAS DE STREPTOCOCCUS MUTANS ATCC 25175(tesis PARA OPTAR AL TÍTULO DECIRUJANO DENTISTA). Pimentel Universidad señor de Sipán (2019). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7657>

Reyes-Yanes, A., Martinez, P., & Ahmad, R. (2020). Real-time growth rate and fresh weight estimation for little gem romaine lettuce in aquaponic grow beds. Computers and Electronics in Agriculture, 179, 105827. doi: 10.1016/j.compag.2020.105827. url to share this paper: sci-hub.se/10.1016/j.compag.2020.105827

Rodríguez Oscar. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MICROSISTEMA DE CULTIV ACUAPÓNICO AUTOMATIZADO (Trabajo de grado en modalidad EPPS presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico). Colombia: UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS (2016). Disponible en: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1188/1/RUNILLANOS%20ELE%200374%20DISE%20C3%91O%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20MICROSISTEMA%20DE%20CULTIVO%20ACUAPONICO%20AUTOMATIZADO.pdf>

SEGURA Susana Y BAOLIS Ruly. Producción acuaponica de Lactuca sativa “lechuga” utilizando efluentes del cultivo de Oreochromis niloticus “Tilapia gris” (línea chitralada), en laboratorio. (TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE BIOLOGO ACUICULTOR) Nuevo Chimbote. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA (2017). Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3134/47258.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres-Avilez, W. M., dos Santos Silva, F., & Albuquerque, U. P. (2018). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Medicinal and Aromatic Plants of South America, 183–196. doi:10.1007/978-94-024-1552-0_16. url to share this paper: sci-hub.se/10.1007/978-94-024-1552-0_16

Trujillo Dennis. “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUAPÓNICO CON (*Lactuca sativa*) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE UN ESTANQUE DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA COMÚN (*Oncorhynchus mykiss*) EN EL DISTRITO DE PUNCHAO, PROVINCIA DE HUAMALIES, 2019. (Para Optar el Título Profesional de: INGENIERO AMBIENTAL). Huánuco. Universidad de Huánuco (2019). Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2239/NIETO%20TRUJILLO%2C%20Dennis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas Yoselyn: ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO DE UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN ACUAPÓNICA EN LA COMUNA DE CALBUCO. (Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil Industrial). Chile: universidad austral de chile (2017). Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmv297e/doc/bpmv297e.pdf>

VARGAS, Aldo. “Uso de un Sistema de Recirculación Acuapónico para Conservar la Calidad del Agua en los Estanques de Producción de Tilapia (*Oreochromis nicotinus*) de la empresa Lima Vías Express, Chorrillos-Lima”. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad cesar vallejo, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12616>

YEP, Brandon y ZHENG, Youbin. Aquaponic trends and challenges – A review. Journal of Cleaner Production[en línea].2019,[Fecha de consulta : 01 de octubre de 2020] doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.290. Disponible en: [scihub.wikicn.top/10.1016/j.jclepro.2019.04.290](https://www.scihub.wikicn.top/10.1016/j.jclepro.2019.04.290)

ZAVALA, Elena. Evaluación del sistema acuapónico de trucha (*oncorhynchus mykiss*) y la hidroponía en la producción de forraje verde de cebada (*hordeum vulgare*), Abancay – Apurímac – 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes, 2019. Disponible en:

<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/215>

Zhang, Hong y otros. Recovery of nutrients from fish sludge in an aquaponic system using biological aerated filters with ceramsite plus lignocellulosic material media. Journal of Cleaner Production [en línea]. 2020, [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2020]. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120886. Disponible en: [scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jclepro.2020.12088](https://www.scihub.wiki.cn/top/10.1016/j.jclepro.2020.12088)

ANEXOS:

Anexo 01: Resolución de aprobación de título de investigación



Yo, **ING. JOSE ELIAS PONCE AYALA** docente de la Facultad de **INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la Escuela Académico Profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) del trabajo de investigación titulado

“Acuaponía utilizando *Oreochromis nicoticus* (tilapia gris) y el efecto en el cultivo de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) en las ciudades de Chiclayo - San Ignacio”

De los estudiantes **Medina Lozano John Albert y Vásquez Juárez Sergio Fabián** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **12 %** verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 07 de diciembre 2020



Dr. Jose Elias Ponce Ayala
DNI: 16491942

Anexo 02: Sistema acuapónico de la ciudad de san Ignacio



Plantación de la hierba – 40 días



Crecimiento de la hierba luisa - 40 días



Hierba luisa 60 días



Tilapia 60 días

Anexo 03: Sistema acuapónico en la ciudad de Chiclayo



Instalación del sistema acuapónico



Hierba luisa 30 días



Hierba luisa - 60 días



Tilapia 60 días

Anexo 04: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>X- Variable independiente: Acuaponía utilizando <i>Oreochromis nicoticus</i> (tilapia gris)</p>	<p>(Rakocy et al., 2006): El significado de la acuicultura e hidroponía se define que la Acuaponía es una actividad variada de acuicultura e hidroponía.</p>	<p>Instalado todas las partes del sistema acuapónico que son: Contenedor de peces, Bomba de recirculación, Filtros, Decantador, se cultiva las tilapias del mismo tamaño todos, con los efluentes que mejor se adapten</p>	<p>Propiedades Físicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento de la tilapia - Producción de tilapia 	<p>Ordinal</p>
<p>Y- Variable dependiente: Cultivo de <i>Cymbopogon citratus</i> (hierba luisa)</p>	<p>La hierba luisa con nombre científico <i>Cymbopogon Citratus</i> en algunas partes del mundo es conocido también como Hierba de Limón, pertenece a la familia Poaceae, esta hierba es un ingrediente fundamental para las Industrias de fragancia a nivel mundial, a su vez es utilizada como medicina tradicional (Intenkar, Tauquee y Dalal, 2018, "Características de la Hierba luisa", parr.3)</p>	<p>El cultivo de hierba luisa para el sistema acuapónico es por etapas primero se extraer la plántula del suelo, la adaptamos a un sistema hidropónico y luego se lleva al sistema acuapónico</p>	<p>Propiedades Físicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de la plántula - Numero de hoja 	<p>Ordinal</p>

Fuente: Elaboración propia