

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

PROYECTO DE TESIS:

“Efecto de los efluentes de la crianza de paco (*Piaractus brachypomus*) en la adaptación de Huasai (*Euterpe precatoria*) en un sistema acuapónico en IVITA-Pucallpa”

PUCALLPA-PERÚ

2022

RESUMEN

Este trabajo de investigación busca generar una propuesta de aprovechamiento de los efluentes, con elevada carga orgánica, resultantes de la crianza intensiva de paco, un pez amazónico de importancia comercial y de fácil crianza para los piscicultores ucayalinos, toda vez que estos efluentes podrían ser utilizados, como fuente de nutrientes para la adaptación, producción y conservación de plántulas de huasaí, una palmera con gran importancia ecológica y económica para el poblador amazónico, Se tiene como pregunta de investigación ¿Cuál será el efecto de los efluentes de la crianza de paco (*Piaractus brachypomus*) en la adaptación de huasaí (*Euterpe precatoria*) en un sistema acuapónico en el IVITA-Pucallpa?.

Se tiene como objetivo ver el efecto de estos efluentes en la adaptación de plantas de huasaí en un sistema acuapónico innovador, para ellos se plantea como hipótesis que las plantas de huasaí son capaces de adaptarse en un sistema acuapónico utilizando efluentes producto de la crianza de paco. El experimento será dirigido mediante un diseño estadístico de DCA (Diseño completo al azar) con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Para alcanzar los objetivos propuestos se seguirá la siguiente metodología: 10 peces por los 6 tanques, se tendrá 3 tratamientos, un tratamiento testigo (plantas en bolsas de vivero con sustrato de su medio natural), el tratamiento 1 será 3 tanques con 10 peces con una tasa de alimentación del 2 % y los otros 3 tanques 10 peces con una tasa de alimentación de 5%, esperando así la carga orgánica (efluentes) deseada para las plantas de huasaí, para ver el efecto en la adaptación se tendrá en cuenta las siguientes variables: morfológicas y fisiológicas. También se tendrá en cuenta los parámetros de calidad de agua (tales como temperatura, oxígeno disuelto, amonio, nitritos y nitratos) que influyen en el peso y tamaño del pez. La innovación tecnológica radica en el uso, y a la vez producción de plantas de huasaí para la depuración y aprovechamiento de los desechos acuícolas de la crianza intensiva de paco mediante un sistema de cero recambio de agua e hidroponía.

Palabras claves. Efluentes, paco, adaptación, huasaí, sistema acuapónico.

Abstract

This research work seeks to generate a proposal for the use of effluents, with a high organic load, resulting from the intensive rearing of paco, an Amazonian fish of commercial importance and easy to rear for Ucayali fish farmers, since these effluents could be used, as a source of nutrients for the adaptation, production and conservation of huasaí seedlings, a palm tree with great ecological and economic importance for the Amazonian population, The research question is: What will be the effect of the effluents from the raising of paco (*Piaractus brachypomus*) in the adaptation of huasaí (*Euterpe precatoria*) in an aquaponic system at IVITA-Pucallpa?.

The objective is to see the effect of these effluents in the adaptation of huasai seedlings in an innovative aquaponic system, for them it is hypothesized that the Huasai seedlings are capable of adapting in an aquaponic system using effluents produced by raising paco. The experiment will be conducted using a DCA statistical design (Complete Random Design) with 3 treatments and 5 replications. To achieve the proposed objectives, the following methodology will be followed: 10 fish for the 6 tanks, there will be 3 treatments, a control treatment (seedlings in nursery bags with substrate from their natural environment), treatment 1 will be 3 tanks with 10 fish with a feeding rate of 2% and the other 3 tanks with 10 fish with a feeding rate of 5%, thus waiting for the desired organic load for the huasai seedlings, to see the effect on adaptation, the following variables will be taken into account: morphological and physiological, water quality parameters (such as temperature, dissolved oxygen, ammonium, nitrites and nitrates) that influence the weight and size of the fish will also be taken into account. Technological innovation lies in the use, and at the same time, production of huasaí seedlings for the purification and use of aquaculture waste from intensive farming of paco through a system of zero water exchange and hydroponics.

Keywords. Effluents, paco, adaptation, huasai, aquaponic system.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los ambientes naturales producen cada vez menos peces y la población se incrementa, así como el consumo, lo que obliga a trabajar en producción alternativa en piscigranjas. La acuicultura es parte de la política de estado por su contribución para el desarrollo económico de los pueblos y como instrumento para garantizar seguridad alimentaria en regiones al interior del país como, por ejemplo, en Ucayali (Mendoza, 2013; PRODUCE 2016).

A su vez los desechos de la acuicultura aumentan, estos desechos son conocidos como efluentes. Los efluentes son el producto de crianzas intensivas, al final de los ciclos de producción, al ser vertidos o eliminados en los cuerpos de agua naturales, como generalmente sucede, ocasionan alteración en las características físico-químicas del medio ambiente. Esto causa eutrofización de esos ambientes acuáticos naturales, modificando completamente el ambiente. Sin embargo, los desechos de la acuicultura son reutilizables, resulta conveniente tener un enfoque holístico de nuestros cultivos y un patrón de aprovechamiento ecológico de los recursos, pudiendo cerrar ciclos con cero desperdicios e ingresos extras (Gonzales, 2020).

La acuaponía surge como una alternativa viable que integra los sistemas de recirculación cerrados en la acuicultura y los sistemas de producción hidropónicos. Es una forma muy eficaz de reducir el impacto ambiental al aprovechar los efluentes generados por la acuicultura y reutilizar el agua de los componentes acuáticos (Muñoz, 2012). La Acuaponía es una alternativa ideal para solucionar el problema de los acuicultores para deshacerse del agua cargada de nitrógeno y, asimismo, contribuir a la solución del problema de los agricultores de cómo conseguir el nitrógeno para sus plantas (Mateus, 2009).

El uso de los efluentes como fertilizantes para cultivos mediante sistemas acuapónicos es una alternativa, cada vez más presente, para minimizar los impactos ambientales producidos por la actividad acuícola, es proceder a la reutilización del agua; racionalizando este recurso natural, esencial y cada vez más escaso, en términos cualitativos.

Es común la asociación de hortalizas en los sistemas acuapónicos, sin embargo, durante mucho tiempo se ha infravalorado las especies nativas de la Amazonia que tienen gran valor agroalimentario, una de ellas es la especie *Euterpe precatoria* de la cual se aprovecha sus frutos para bebidas, tallo tierno (palmito), raíces (medicinal). Isaza (2014) cita que a pesar de que *E. precatoria* tiene poco impacto en el mercado internacional actual, es un recurso importante para satisfacer las necesidades de autoconsumo en la Amazonia (Rocha, 2002). La oportunidad de aumentar el aprovechamiento de *E. precatoria* es viable, ya que es la especie arbórea más abundante en toda la Amazonia (ter Steege *et al.*, 2013), donde forma bosques oligárquicos en las vastas planicies inundables. La forma de cosecha de esta especie es destructiva ya que es necesario tumbar la palmera para aprovechar los diferentes beneficios que este ofrece, por lo tanto, surge la necesidad de conservar esta especie ante su inminente depredación.

Por tal motivo, es importante el que se evalúen estrategias para poder aprovechar los efluentes resultantes de la crianza intensiva de paco y otras especies amazónicas, como fuentes de nutrientes, para la producción de especies de plantas con un alto valor comercial y ecológico, a través de la implementación de un sistema acuapónico innovador. Es por eso que para aprovechar los efluentes y a su vez innovar, se define el siguiente problema: ¿Cuál será el efecto de los efluentes de la crianza de paco (*Piaractus brachypomus*) en la adaptación de huasaí (*Euterpe precatoria*) en un sistema acuapónico en el IVITA-Pucallpa?.

II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización de la siguiente propuesta nos permitiría aprovechar los efluentes, con elevada carga orgánica, resultantes de la crianza intensiva de paco, una especie potencial en piscicultura amazónica, siendo que estos efluentes podrían ser utilizados como fuente de nutrientes para la producción de plantas de huasaí, una palmera de importancia económica y ecológica en la región Ucayali, a través de la implementación de un sistema acuapónico innovador. Esto, consecuentemente, contribuiría en la reducción de contaminación orgánica en medios naturales cuando los efluentes son vertidos sin previo tratamiento sobre ellos; garantizar el equilibrio de dichos ecosistemas al no ser perturbados por el vertimiento de los efluentes y; minimizar el riesgo de enfermedades y mortalidades en organismos acuáticos a causa de la aparición de patógenos transferidos desde los efluentes productos de acuicultura.

Son comunes los estudios sobre crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) usando efluentes productos de crianzas acuícolas con peces amazónicos, dando buenos resultados con el desarrollo de la planta. Sin embargo, es importante priorizar las especies de plantas que están bajo diversas amenazas en su población, ya sea por deforestación, extracción destructiva, realización de carreteras y otras actividades antrópicas.

En la Amazonía, las palmeras pertenecen al grupo de plantas que sufren alta presión en su población por la extracción destructiva para la cosecha de sus frutos (comestible, artesanía), tallo (palmito, construcción, artesanía), hojas (artesanía) y raíz (medicinal). *E. precatória*, conocida como huasaí, es una especie de palmera que a pesar que no se encuentra en una categoría de amenaza dentro de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, presenta alta presión por sus diversos usos de todas las partes de la planta, por ejemplo, del corazón del tallo saca el palmito, la raíz es usada como medicinal, en los días festivos como “carnaval” esta especie es usada como “yunza”, y para eso, se tumban miles de individuos de esta especie y se venden en las diferentes ciudades de la Amazonía. Por

tal motivo, es importante considerar la posibilidad de asociar la crianza de peces con la producción de plantas de huasaí, por medio del uso de efluentes en un sistema acuapónico innovador que permita el cultivo sustentable a modo de vivero para la producción de plantas de esta especie, para luego ser llevadas y sembradas en campo definitivo y, de esa manera, contribuir con su conservación.

III. HIPOTESIS

a. Hipótesis general

Plántulas de Huasaí son capaces de adaptarse en un sistema acuapónico utilizando efluentes producto de la crianza de paco.

b. Hipótesis específica

Si implemento un sistema acuapónico entonces conservare plántulas de huasai y la asociare con la crianza intensiva de pacos.

La composición orgánica y química de efluentes productos de la crianza intensiva de paco es una fuente de macro y micronutrientes para el cultivo de plántulas de huasaí.

Los efluentes procedentes de la crianza intensiva de paco tienen efecto en los aspectos morfológicos y fisiológicos de las plántulas de huasaí mantenidas en un sistema acuapónico.

La calidad de agua tiene efecto en el peso y tamaño de las peces mantenidas en un sistema acuapónico.

IV. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Determinar el efecto de los efluentes de la crianza de paco (*Piaractus brachypomus*) en la adaptación de Huasai (*Euterpe precatoria*) en un sistema acuapónico en el IVITA-Pucallpa, Campo Verde.

b. Objetivos específicos.

Implementar un sistema acuapónico para conservar plantas de huasai y asociar con la crianza intensiva de paco.

Determinar la composición orgánica y química de efluentes productos de la crianza intensiva de paco como potencial fuente de macro y micronutrientes para el cultivo de planas de huasaí.

Evaluar los aspectos morfológicos y fisiológicos de las plantas de huasaí mantenidas en un sistema acuapónico usando efluentes procedentes de acuicultura intensiva con paco.

Evaluar la calidad de agua, el peso y tamaño de los peces.

V. ANTECEDENTES

Nacional

Delgado (2020). En su trabajo de investigación titulado "Aprovechamiento de efluentes provenientes de los sistemas de recirculación acuícola del cultivo de tilapia (*Oreochromis* sp.) en acuaponía. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de un sistema de acuaponía sobre la calidad de los efluentes provenientes del cultivo de tilapia y la factibilidad de producción de cultivos hidropónicos. El diseño usado fue bloques completamente al azar. Tuvo como conclusión que los parámetros físico-químicos, orgánicos y microbiológicos del agua permanecieron dentro de los valores apropiados para el cultivo de tilapia y lechuga.

Morales (2019). En su trabajo titulado "Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico prototipo, aplicado a tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y albahaca (*Ocimum basilicum*)". Tuvo como objetivo diseñar y construir un sistema acuapónico prototipo aplicado a tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y albahaca (*Ocimum basilicum*) evaluando su operatividad en función al cultivo de ambas especies. El diseño fue empírico, analizando previamente dos diseños artesanales contruidos *in*

situ, para evaluar la respuesta de las unidades biológicas ante el sistema. Aplicó a un cultivo de tilapia y albahaca.

Medina J., Vásquez S. 2021. En el 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”. El trabajo tuvo 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. Usó un diseño no experimental transversal correlacional en el cual se implementó un sistema acuapónico prototipo en cada ciudad con las mismas condiciones.

Carranza, et al. 2021. En el trabajo titulado “Determinación de la simbiosis de tres densidades de cultivo de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y cuatro variedades de lechugas (*Lactuca sativa*), instalados en sistema acuapónico con tecnología de recirculación de agua, distrito Corosha, Amazonas”. Cuyo objetivo fue adaptar un sistema acuapónico integrado para el cultivo de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y lechugas (*Lactuca sativa*) con tecnología de recirculación de agua y energía solar, en Beirut, distrito de Corosha, región Amazonas. Usó un diseño de bloques completamente al azar, con un arreglo factorial (3Ax 4B), donde el factor A fueron las densidades de siembra (15, 20 y 25 kg de trucha/m³) y el factor B fueron las variedades de lechuga (Maravilla de invierno, Cuatro estaciones, Seda y Tropicana). 12 tratamientos con dos repeticiones más un tratamiento testigo en cada factor.

Lozada, 2019. En la investigación titulada “Evaluación del sistema de recirculación de agua en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la costa de la región La Libertad”. La investigación tuvo como objetivo generar tecnologías en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) que permita concentrar la producción en áreas pequeñas de terreno, economizar el uso de agua, facilitar el control de la calidad de agua y elevar la producción por área utilizada; mediante un sistema de recirculación de agua en simbiosis con un cultivo acuapónico, donde se

evaluó el sistema de crianza de tilapias (sistema abierto contra sistema de recirculación de agua) sobre la calidad del agua y el comportamiento productivo. El diseño utilizado fue bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres bloques, siendo el factor de bloqueo el peso de los peces al inicio del experimento.

Internacional

Mazo, 2021. En el trabajo de investigación titulado “Sistemas de acuaponía artesanal y eficiencia productiva de trucha en sistemas de recirculación en tanques circulares de geomembrana”. El trabajo tuvo como objetivo construir un sistema acuapónico artesanal para aprovechar los desechos orgánicos de los peces en la producción de hortalizas. Construyeron un sistema acuapónico artesanal donde se utilizaran las aguas residuales que vienen de los tanques de cultivo analizando el rendimiento y crecimiento de las plantas hortalizas en simbiosis con los peces y los desechos orgánicos de los mismos.

Leal, 2017. En el trabajo titulado “Rango de pH óptimo para el desarrollo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) y tilapia (*Oreochromis niloticus*) en acuaponía”. Cuyo objetivo fue establecer un pH más conveniente para el desarrollo conjunto de tilapia (*Oreochromis* spp.) y tomate (*Solanum lycopersicum*). El trabajo se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, tres tratamientos con rangos de pH de 6 a 7.7 a 8.8 a 9 y un testigo con una solución nutritiva de Steiner con pH de 5.5 a 6.5. Durante el desarrollo de los cultivos se evaluaron diversas variables en plantas (altura, grosor de tallo, lectura SPAD, número de frutos por racimo y rendimiento en peso por racimo), frutos (sólidos solubles totales, firmeza y acidez titulable) y peces (longitud, peso y altura). Asimismo, determinaron la concentración de macro y micro nutrientes en el efluente acuapónico.

VI. MARCO TEÓRICO

Definición de acuicultura

Morales (2019) cita que la acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos especialmente peces, crustáceos, moluscos, plantas acuáticas y algunas especies de algas. Es necesario la intervención en el proceso de cría para aumentar la producción, así generar una fuente de alimentación, empleo e ingresos (PRODUCE, 2016).

Definición de hidroponía

El vocablo hidroponía proviene de dos palabras griegas: hydro que significa agua y ponos que significa trabajo.

Morales (2019) cita que la hidroponía se define como una escala en el sistema de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, siendo aplicada de forma artificial y en donde el suelo no interviene en la nutrición (Gilsanz, 2007).

Definición de acuaponía

Una vez establecido los conceptos de acuicultura e hidroponía, se puede definir a la acuaponía como la actividad combinada del cultivo acuícola de peces con el cultivo hidropónico de vegetales, los cuales se mantienen unidos mediante un sistema de recirculación de agua (Rakocy *et al.*, 2006).

Acuicultura en el país y en la región Ucayali

La acuicultura se inició en el Perú en 1934 con la introducción con fines deportivos de ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* trucha arco iris, convirtiéndose así en la primera especie dulceacuícola en ser cultivada en nuestro país. Posteriormente, en los años 70 se inicia el cultivo de camarones Peneidos en el norte del país donde hubo cultivos semi-intensivos de esta especie hasta el año 1998, en que la actividad de acuicultura de este camarón de mar se vio seriamente disminuida por el ingreso del virus de la mancha blanca. En los años 80s se inicia el cultivo

de la tilapia y concha de abanico a muy pequeña escala, teniéndose cultivos intensivos de esta especie recién a principios del año 2000.

La actividad acuícola en el país se distribuye a lo largo del territorio nacional, con mayor énfasis en algunas zonas. Así, sobre la base de los volúmenes de producción se observa que en la costa predominan los cultivos de langostinos, especialmente en la región Tumbes (93.4%) y Piura (6.6%), y concha de abanico, sobre todo en Ancash (79.12%) y Lima (19.13%); con una producción de 7 311.51 toneladas y 2 961 toneladas en el año 2003, para concha de abanico y langostinos, respectivamente. En la sierra, predomina el cultivo de trucha, con una producción en el año 2003 de 2 808.27 toneladas, que se concentra en las regiones de Junín (40.93%) y Puno (45.18%). Finalmente, en la selva, destaca el cultivo de peces amazónicos (gamitana, paco y boquichico) con 126.16 toneladas producidas en el año 2003, principalmente en las regiones de Ucayali (42.39%), San Martín (30.13%) y Loreto (21.18%); y la tilapia, con una producción de 113.06 toneladas en el año 2003, principalmente en la región San Martín (99.47%) (FAO, 2022).

Ucayali es una región cuya economía ha crecido favorablemente en los últimos años (9.6% anual), reduciendo su nivel de pobreza de 39.1% en el 2007 a 11.8% en el 2014. Debe su crecimiento al desarrollo de actividades extractivas, agropecuarias y acuícolas (Salas, 2009). En este contexto, la piscicultura amazónica con especies nativas de fácil crianza, como el paco (*Piaractus brachypomus*), adaptadas a cautiverio y de mayor aceptación comercial (PRODUCE, 2018), es una opción no sólo para garantizar seguridad alimentaria favoreciendo a la mejora nutricional así como a la reducción de la anemia y desnutrición crónica en la población, algo tan acentuado aún en la región Ucayali, sino que además significa la posibilidad de generar ingresos para las familias emprendedoras de la zona y la posibilidad de cambio en la mejora de vida (Salas, 2009).

Paco

Salinas & Agudelo (2000) refiere que, la filiación taxonómica del paco, es la siguiente:

Reino : Animalia

Phylum : Chordata

Clase : Actinopterygii

Orden : Characiformes

Familia : Characidae

Género : *Piaractus*

Especie : *Piaractus brachypomus*

Nombre común : paco

IIAP- UCAYALI (2000) menciona que, esta especie tiene la misma distribución geográfica que la gamitana, con la que comparte hábitat y nicho ecológico. Tiene similitud de forma con la gamitana, de la que difiere en su patrón de coloración, presentando un color gris oscuro en el dorso y blanquecino en los costados, con la parte inferior de la cabeza, región de la garganta y parte anterior del vientre de color anaranjado. Este patrón de coloración se mantiene en los alevinos, juveniles y adultos, en los cuales se atenúa este color, según el tipo de agua donde vive. Es una especie que soporta el manipuleo en las operaciones de cultivo. Tiene el mismo comportamiento reproductivo que la gamitana, se reproduce al inicio de la creciente de los ríos, entre los meses de octubre a diciembre, pudiendo prolongarse hasta marzo.

Efluentes

Yossa (2016) menciona que el crecimiento y la intensificación de la piscicultura contribuyen al enriquecimiento de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, principalmente por el aporte de nitrógeno y fósforo proveniente del alimento comercial suministrado, que desencadenan el

incremento de la productividad primaria y mayor concentración de materia orgánica. Dependiendo de la concentración de nutrientes de menor a mayor escala, el medio podrá ser oligotrófico, mesotrófico o eutrófico (Esteves, 2011).

Descripción del Huasai

Euterpe precatoria Mart. es una especie perteneciente a la familia de las palmas (Arecaceae), descrita por Martius en 1842 (Castro *et al*, 2015). *E. precatoria* es una palma solitaria, se caracteriza por tener tallo solitario, rara vez cespitoso, erecto, alcanza entre los 10-20 m de altura y entre 10-23 cm de diámetro, sostenido por un cono de raíces epigeas rojizas muy juntas. Tiene una corona con 10 a 20 hojas, con vainas formadas por un pseudocaule de cerca de 1 m de largo, raquis con 2-3 m de largo, 60-90 pinnas angostas y péndulas que llegan hasta 80 cm de largo y 2-3 cm de ancho. La inflorescencia tiene un pedúnculo de cerca de 20 cm de largo, el raquis alcanza cerca de 40 cm de largo y posee alrededor de 90 raquillas péndulas, blanquecinas y tomentosas. Los frutos son esféricos de poco más de 1 cm de diámetro, de color negro violáceos en la madurez, con semillas globosas rodeadas de fibras delgadas y con endospermo homogéneo (Henderson, 1995; Galeano y Bernal, 2010 mencionado por Castro *et al.*, 2015).

Clasificación Taxonómica del husaí

Esta palmera pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

División:	Magnoliophyta
Sub división:	Angiosperma
Clase:	Liliopsida
Sub clase:	Aracidae
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Sub familia:	Arecoideae

Género: *Euterpe*

Especie: *Euterpe precatoria*

Nombre Común: Asaí, acai, palmiche, Huasai

Según Borgot *et al.* (1993) citado por Mamani (2006) y López (2016).

Conservación

Los troncos de huasai son un recurso que viene perdiendo notoriedad entre los pobladores de la cuenca amazónica, no por que deje de ser importante, sino por que donde la zona donde habita la especie está cada vez más alejada de los lugares donde viven, teniendo el extractor que recorrer grandes distancias para su aprovechamiento.

El manejo y conservación de esta especie es de suma importancia para los extractores ribereños. En muchas zonas de la amazonia, los pobladores reforestan sus chacras en desuso (purmas) con esta y otras especies. Muchos optan cosechar el huasai solo como material para construcción y en cambio para la venta o consumo de palmito optan por *E. oleracea* ya que esta especie suele presentar hijuelos que asegura la reproducción de la especie.

El aprovechamiento de *E. precatoria* viene causando gran impacto sobre las poblaciones naturales presentes en la amazonia. El verdadero impacto ocurre cuando el poblador aprovecha esta especie para la venta de su palmito, ya que tendrá que tumbar varios árboles para acceder una buena carga de venta que le sea rentable (Hernández y Mass, S.f).

Importancia socioeconómica.

A pesar de que *E. precatoria* tiene poco impacto en el mercado internacional actual, es un recurso importante para satisfacer las necesidades de autoconsumo en la Amazonia (Rocha, 2002). La oportunidad de aumentar el aprovechamiento de *E. precatoria* es viable, ya que es la especie arbórea más abundante en toda la Amazonia (ter Steege *et al.*, 2013)

Todas las partes de la planta se aprovechan: hojas (techado, paredes, cestería, fibras); pecíolo (piezas de construcción, cestería, esteras, flechas); tronco (paredes, pisos, puertas, almidón, cerbatanas); palmito; frutos (alimento, aceite, carbón) y algunas raíces para medicina tradicional. Aunque hay múltiples usos para las palmeras, son pocas las especies que tienen una significación económica potencial: sin embargo, hay especies con alta producción de frutos comestibles, ricos en aceite, así como palmitos aceptables para la industria conservera o para la producción de almidón, etc. (Kahn & Mejia, 1988).

VII. METODOLOGÍA

7.1. Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se realizará en el laboratorio húmedo de acuicultura de la estación del IVITA-Pucallpa ($8^{\circ}39'15''S$ y $74^{\circ}56'34''W$) ubicado en el Km. 59 al margen de la carretera Federico Basadre, Distrito de Campo Verde, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali.



Fuente: Google Maps.

7.2 Población y tamaño de muestra

Población

Para la crianza de los peces que se utilizarán en el inicio de la fase experimental se recurrirá a los lotes de semilla de la Estación IVITA Pucallpa, esto con el fin de cubrir el número de animales adecuados en

cada tanque, la población en un tanque de 200 l, será de 10 peces/m³.

En cuanto a las plántulas de huasaí, esta se colectará en el bosque de la estación IVITA-Pucallpa, la búsqueda se realizará con la ayuda de los trabajadores de la estación. La búsqueda se realizará más o menos tres días antes de incluir los peces en los tanques.

Muestra

Como muestras de peces se tendrá 250 peces, de la cuales la crianza será de 10 peces en un tanque de 200 l, siendo 6 tanques, haciendo un total de 60 peces, así mismo con los peces restantes se cubrirá las posibles pérdidas por mortalidades

En cuanto a la muestras de huasai se colectará unas 75 plantas plántulas con un promedio de altura de 15 cm. Se tendrá 3 tratamientos, de las cuales se distribuirá 15 plantas por tratamiento, de las 15 plantas se seleccionará 5 plantas para las repeticiones, estas 5 plantas deberán ser uniformes (en tamaño y foliolos). Las plantas sobrantes serán usadas para la sustitución por si alguna planta presenta síntomas de marchitamiento.

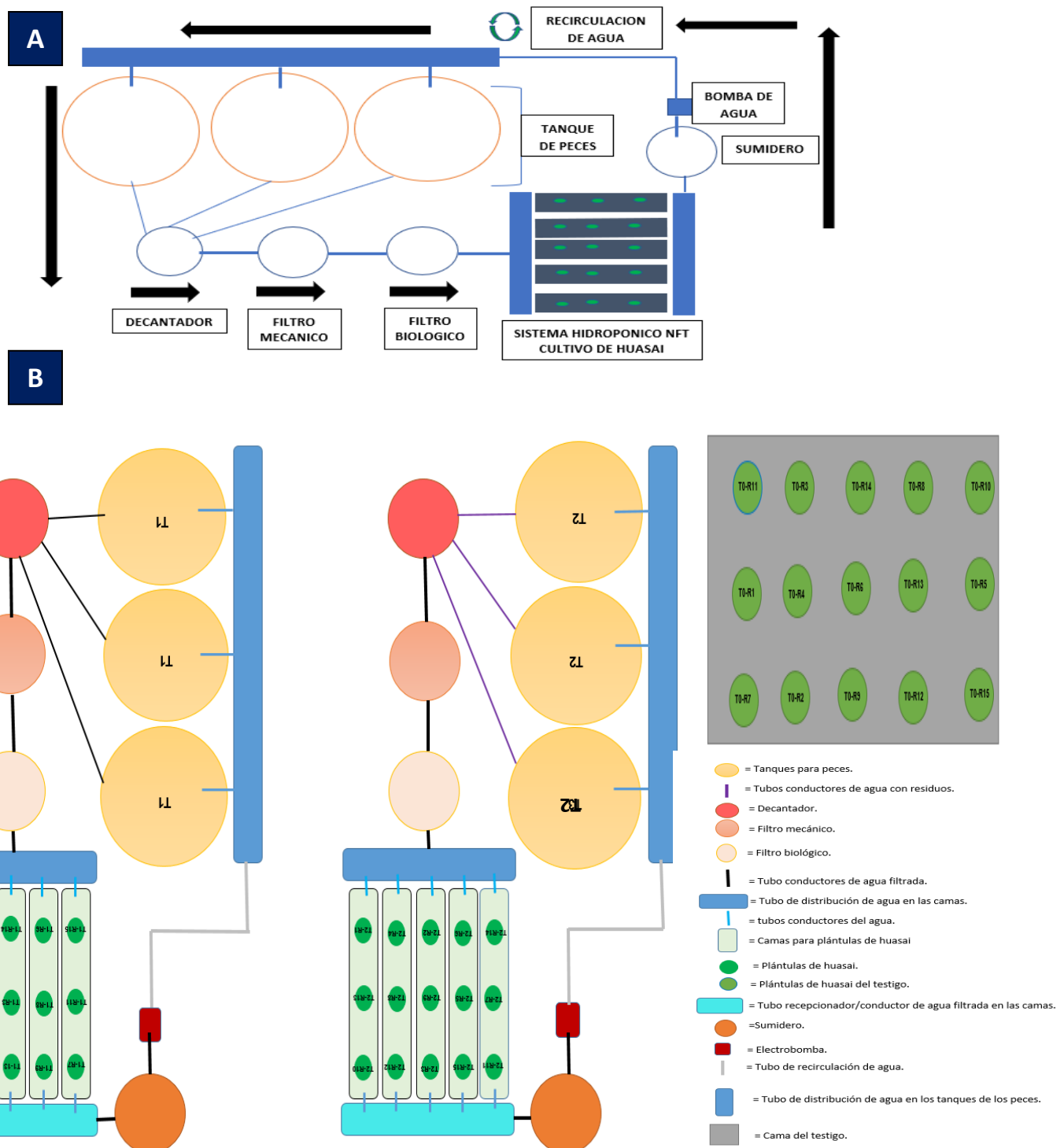
7.3 Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

a) Implementación del sistema acuapónico.

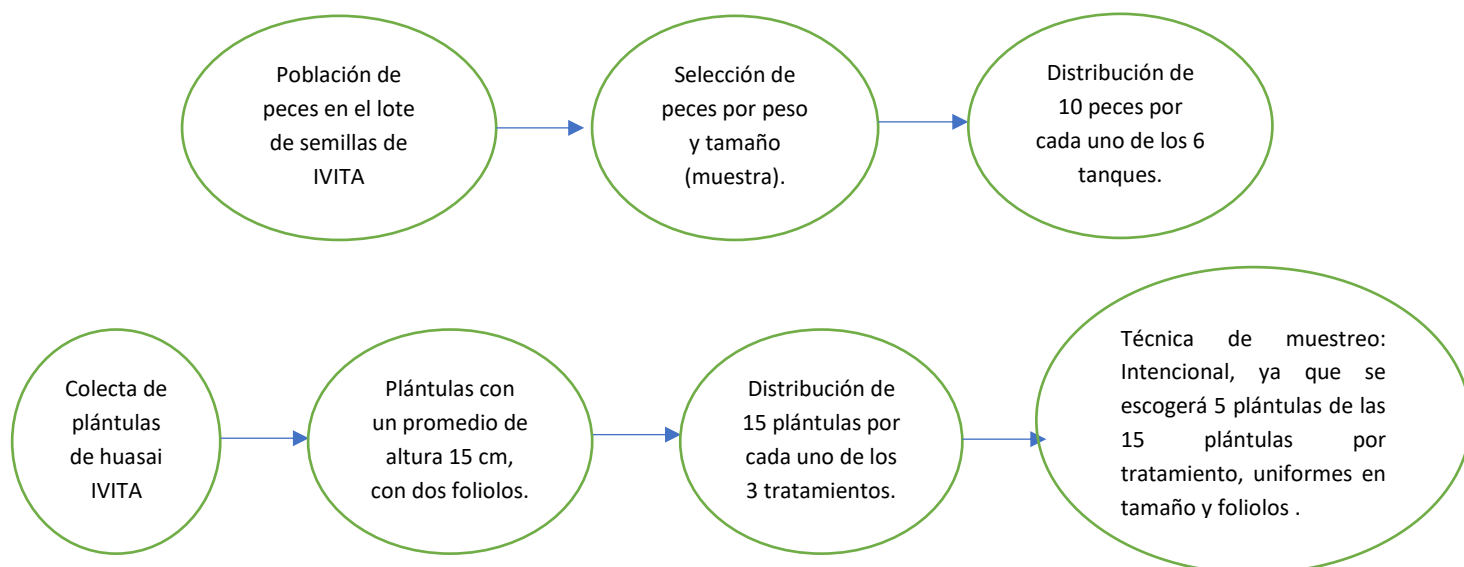
Serán utilizados 6 tanques de fibra de vidrio, fondo cónico con 200 litros de capacidad, de color crema. Cada uno de estos tanques estará asociado a un decantador, un filtro mecánico y un filtro biológico la cual desembocará a cinco camas de sustratos confeccionadas de tubos de PVC semipesados de 4 pulgadas de diámetro, donde se hará 3 hoyos en cada cama, esto con la finalidad de insertar y sostener las plantas colectadas de huasai, cada cama contendrá película nutritiva (NFT) que serán el sistema donde las raíces envueltas con una esponja se sumergirán en el agua. Se tendrá cinco camas por

tratamiento, cada cama podrá contener un total de 3 plantas de huasaí las cuales aprovecharán los nutrientes provenientes del agua (efluentes) de los tanques, una vez filtrada el agua, esta pasará al sumidero pasando inmediatamente por el sistema de bombeo que cumplirá la función de recircular el agua.

Croquis diseño del sistema acuapónico (A) y distribución de los tratamientos (B).



b) Diseño de muestreo



c) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Material genético de estudio.	-Plantas de Huasai (<i>Euterpe precatoria</i>). -Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).
Material y equipo de laboratorio.	Balanza. Laminas. Portaobjetos. Bisturí. Microscopio. Baldes. Bandejas. Cinta métrica. Regla graduada. Ictiometro. Vernier. Equipo multiparamétrico HANNA (modelo HI98194). Kit colorimétrico de análisis de agua marca LaMotte AQ-2 (3633-05). Machete. Lima de afilar. Botas. Rafia. Tijera. Pala recta. Clavos. Tubos. Incubadoras.
Productos a usar.	Alimento balanceado para peces en etapa de crecimiento (Gamitana, paco, tilapia, paiche) costales de 40 kg.
Material de gabinete.	Hoja de recopilación de datos. Papel Bond A-4. Lapiceros. Cámara digital. Libreta de apuntes.

d) Aplicación de los tratamientos.

Se tendrá tres tipos de tratamientos, siendo estos el tratamiento testigo (T0), tratamiento 1 (T1) y el tratamiento 2 (T2).

El tratamiento testigo estará compuesto por 15 plántulas de huasai en bolsas de polietileno con sustrato de su medio natural de donde se colectó las plántulas.

Mientras que el tratamiento 1 será lo peces alimentados con dieta comercial 30% PB, durante 150 días, a una Tasa de Alimentación de 2%, con frecuencia de alimentación de 2 veces por día (tres tanques).

El tratamiento 2 será los peces alimentados con dieta comercial 30% PB, durante 150 días, a una Tasa de Alimentación de 5%, con frecuencia de alimentación de 2 veces por día (tres tanques).

No se realizará repique a campo definitivo, pero se recomienda trasladar al campo definitivo a una vez alcanzado una altura de 40 cm. La evaluación de adaptación se realizará durante 4 meses, evaluando las siguientes variables en el siguiente cuadro.

e) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico.

Variables	Conceptos	Categorías	Indicadores	Indices
Variable independiente				
Efluentes	Agua de la crianza intensiva de pacos con carga orgánica y química.	Dos tratamientos de engorda.	- Tasa de Alimentación de 2%. - Tasa de Alimentación de 5%.	g/m ³
Variable dependiente				
Adaptación	Morfológicos.	Altura de la planta.	Altura.	cm
		Diámetro del tallo.	Diámetro.	cm
		Longitud de la raíz.	Longitud.	Cm
		Número de raíces.	Numero.	Número
		Longitud del peciolo.	Longitud.	cm
		Numero de foliolos.	Numero.	Número
		Longitud de los foliolos.	Longitud.	cm
	Fisiológicos.	Tejidos fundamentales.	células	células
		Haz vascular.	Células.	Células.
		Epidermis.	Células.	Células.

f) Aplicación de prueba estadística inferencial.

Se utilizará un diseño completamente al azar (DCA), el experimento constará de 3 tratamientos y 5 repeticiones, con 15 unidades experimentales, para determinar las diferencias significativas se aplicará una prueba de promedios de Duncan con un alfa de 0.05 de grados de libertad.

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} : en la j-esima observación del i-esimo tratamiento.

μ : Media general.

τ_i : Efecto del i-esimo tratamiento.

ϵ_{ij} : Error experimental.

Fuentes de variación	Grado de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Tratamientos	3-1=2	$SCT = \frac{\sum Xi^2}{r} - \frac{(\sum Xi)^2}{t * r}$	$CMt = \frac{SCT}{gl_t}$
Error experimental	12	SCT-SCT	$CMe = \frac{SCE}{gle}$
TOTAL	(t x r) - 1 15-1= 14	$SCT = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{t * r}$	

7.4 Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Nº P/Parametros	Altura total (cm)	Long. del tallo (cm)	Long. del peciolo (cm)	Diametro del tallo (mm)	Nº raíces	Long. Raiz (cm)	Nº Foliolos	Nº hojas	Brote (cm)	Long hojas (cm)	\bar{x}	Ancho de hojas	\bar{x}	Area foliar
1														
2														
3														
4														
5														
.														
.														
.														

TIPO DE TEJIDO	Características estructurales	Función
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]

IX. PRESUPUESTO

Material para la implementación del sistema acuapónico.				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario (S/)	Total (S/)
Malla Rachel	4	m	12	48
Cemento para PVC(Pegamento)	2	237 ml	15	30
Grifos ½"	2	"	5	10
Tee 2"	2	"	8	16
Tee 1"	2	"	4	8
Tubo 1/2"	6	"	18	108
Tubo 1"	1	"	10	10
Tubo 2 "	3	"	10	30
Tubo 4"	3	"	18	54
Codo ½" 90°	10	"	3	30
Codo ½ 45°	12	"	2	24
Tapón 4"	18	"	4	72
Adaptador con rosca 1"	2	"	3	6
Soldimix	6	35 g	10	60
Balde tacho de 45 L	8	l	65	520
Clavos	4	k	2	8
Teflón	10		1	10
Check 1"	2	"	55	110
Nylon cable tie (cintillo)	1 bolsa		30	30
Total S/.				1,184
Materiales presentes en la estación necesarios para la implementación del sistema acuapónico.				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Incubadoras	6	200 l	1100	6,600
Tanque	1	3000 l	4800	4,800
Total S/.				11,400
TOTAL S/.				12,584

X. BIBLIOGRAFÍA

- Carranza Goicochea, J.; Oliva Bacalla, S. B.; Oliva Valle, J. M.; Rimachi pinedo, S. Y.; Diaz Bernal, J. D. 2021. Determinación de la simbiosis de tres densidades de cultivo de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y cuatro variedades de lechugas (*Lactuca sativa*), instalados en sistema acuapónico con tecnología de recirculación de agua, distrito Corosha, Amazonas. Rev. De investig. Agro producción sustentable. Lima, Peru. Disponible en: https://redib.org/Record/oai_articulo3517629-determinaci%C3%B3n-de-la-simbiosis-de-tres-densidades-de-cultivo-de-truchas-arco%C3%ADris-oncorhynchus-mykiss-y-cuatro-variedades-de-lechugas-lactuca-sativa-instalados-en-sistema-acuap%C3%B3nico-con-tecnolog%C3%ADa-de-recirculaci%C3%B3n-de-agua-distrito-corosha-amazonas
- Castro Rodriguez, S. Y.; Barrera garcia, J. A.; Carillo Bautista, M. P. y Hernández Gómez, M. S. 2015. Asaí (*Euterpe precatoria*) cadenas de valor en el sur de la región amazónica. Disponible en: <https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/asaipubli.pdf>
- Delgado Gavilano, N. 2020. Aprovechamiento de efluentes provenientes de los sistemas de recirculación acuícola del cultivo de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en Acuaponía. Tesis. UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima. Perú. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4446>
- Esteves FDA. 2011. Fundamentos de limnología. 3ra. Edição Interciência/Finep.
- FAO 2022. Panorama del sector acuícola nacional Perú. <https://www.fao.org/fishery/ar/countrysector/pe/es>
- Gilsanz, J. C., (2007). Hidroponía. Recuperado de: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>
- Gonzales, F. 2020. Aprovechar al máximo tu producción acuícola (en línea). Piscicultura global. Disponible en: <https://www.pisciculturaglobal.com/aprovechar-al-maximo-tu-produccion-acuicola/>
- Henderson, A., Galeano, G. & Bernal, R. (1995). Field guide to the tropical palms of the Americas. Princeton: Princeton University Press. 363 p.
- Hernandez, M; Mass, W. Sf. Manejo y aprovechamiento del huasai (*Euterpe precatoria*). <https://www.actualidadambiental.pe/mosaico-purus-manu/aprovechamiento-sostenible-en-purus-el-huasai-fruto-ancestral-y-oportunidad-economica/>

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2000, Cultivo De Peces Amazónicos. Una propuesta productiva para la amazonia peruana.

Isaza Aranguren, C.; Galeano, G. Y Bernal, R. 2014. Manejo actual del asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) para la producción de frutos en el sur de la amazonia Colombiana. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Artículo de investigación. Vol. 17 (1). Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/317504323_Management_of_asai_Euterpe_precatoria_Mart_for_fruit_production_in_southern_Colombian_Amazonia

Khan, F. y Mejia, K. 1988. Las palmeras nativas de importancia económica en la amazonia peruana. Disponible en:
<http://revistas.iap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/99/163>

Leal Ayala, O. G. 2017. Rango de Ph óptimo para el desarrollo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) y tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Acuaponía. Tesis. Institucion de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Texcoco, Mexico. Disponible en:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3983/Leal_Ayala_OG_MC_Edafologia_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López Mamani, J. M. 2016. Métodos de escarificación mecanico-fisico en fase de vivero para la producción de plantines de asaí (*Euterpe precatoria* M.) y majo (*Oenocarpus batua* M.) en el Municipio de San Buenaventura. Tesis. Universidad Mayor de San Marcos. La Paz, Bolivia. Disponible en:
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9302>

Lozada Farias, J. L. 2019. Evaluación del sistema de recirculación de agua en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la costa de la región La Libertad. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. Disponible en:
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4610/1/REP_MED.VETE_JOSE.LOZADA_EVALUACI%C3%93N.SISTEMA.RECIRCULACI%C3%93N.AGUA.CRIANZA.TILAPIA.OREOCHROMIS.NILOTICUS.COSTA.REGI%C3%93N.LA.LIBERTAD.pdf

MATEUS, J. Acuaponía: hidroponía y acuacultura, sistema integrado de producción de alimentos. En: RED hidroponía. Boletín No. 44 (2009); p7-10.

Mazo Mesa, M. 2021. Sistemas de acuaponía artesanal y eficiencia productiva de trucha en sistemas de recirculación en tanques circulares de geomembrana. Tesis. Corporacion Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia, Colombia. Disponible en:
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2956/1/20131338%20.pdf>

Medina Lozano, J. A. y Vásquez Juárez, S. F. 2021. Acuaponía utilizando *Oreochromis niloticus* (tilapia gris) y el efecto en el cultivo de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) en las

ciudades de Chiclayo - San Ignacio. Tesis. Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo, Perú.
Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73035/Medina_LJA-Vasquez JSF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mendoza, D. (2013). Situación del extensionismo acuícola en el Perú. Red de Acuicultura de las Américas (RAA) Y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y Alimentación (FAO).

Muñoz Gutiérrez, M.E. 2012. Sistemas de recirculación acuapónicos. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4364577.pdf>

Morales Huaman, A. H. 2019. Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico prototipo, aplicado a tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y albahaca (*Ocimum basilicum*). Universidad Nacional Federico Villarreal. Tesis. Lima, Peru. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4126/MORALES%20HUAMAN%20ANGEL%20HUMBERTO%20-%20TITULO%20PROFESIONAL%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRODUCE (Ministerio de la Producción del Perú). (2018). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola. Lima, Peru.

PRODUCE (Ministerio de la Producción del Perú). (2016). Estudio de Preinversión a nivel factibilidad del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura

PROG-19-2014-SNIP. Ministerio de la Producción.

Rakocy, J. E., Masser M.P. & Losordo T.M. (2006) Recirculating Aquaculture tank Production Systems: Aquacuaponics-Integrating fish and plant culture. SRAC Publication. No. 454, 1-16 pp

Rocha, E. (2002). Aspectos ecológicos e sócio-e-conômicos do manejo de Euterpe precatória Mart (Açaí) em áreas extrativistas no Acre (Dissertação de Mestre) São Paulo: Universidade de São Paulo. 129 p.

SALINAS Y., AGUDELO E. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana.

Salas, S.G. (2009). Ucayali: Análisis de Situación en Población. 1era edición. Fondo de Población de las Naciones Unidas, UNFPA.

ter Steege et al. (2013). Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. Science, 342, doi: 10.1126/science.1243092

Yossa, M. 2016. Parámetros limnológicos del área de influencia del cultivo de cachama (*Piaractus brachipomus*) en jaulas. Instituto de Investigaciones de la Orinoquia

XI. ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TÍTULO: “Efecto de los efluentes de la crianza de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en la adaptación de Huasai (<i>Euterpe precatoria</i>) en un sistema acuapónico en IVITA-Pucallpa”				
Formulación del problema	Objetivo	Hipotesis	Variables	Indicadores
Problema general: ¿Cuál será el efecto de los efluentes de la crianza de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en la adaptación de Huasai (<i>Euterpe precatoria</i>) en un sistema acuapónico en el IVITA-Pucallpa?	Objetivo general: Determinar el efecto de los efluentes de la crianza de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en la adaptación de Huasai (<i>Euterpe precatoria</i>) en un sistema acuapónico en el IVITA-Pucallpa.	Hipótesis general: Plántulas de Huasai son capaces de adaptarse en un sistema acuapónico utilizando efluentes producto de la crianza de paco.	Independiente: Efluentes del tratamiento 1 y 2.	T1= Peces alimentados con dieta comercial 30% PB, durante 150 días, a una Tasa de Alimentación de 2%, con frecuencia de alimentación de 2 veces por día (tres tanques). Denominaremos alimentación tipo A. T2= Peces alimentados con dieta comercial 30% PB, durante 150 días, a una Tasa de Alimentación de 5%, con frecuencia de alimentación de 2 veces por día (tres tanques).
	Objetivos específicos: Implementar un sistema acuapónico para conservar plántulas de huasai y asociar con la crianza intensiva de paco. Determinar la composición orgánica y química de efluentes productos de la crianza intensiva de paco como potencial fuente de macro y micronutrientes para el cultivo de plántulas de huasai. Evaluar los aspectos morfológicos y fisiológicos de las plántulas de huasai mantenidas en un sistema acuapónico usando efluentes procedentes de acuicultura intensiva con paco. Evaluar la calidad de agua, el peso y tamaño de los peces.	Hipótesis específicas: Si implemento un sistema acuapónico entonces conservare plántulas de huasai y la asociare con la crianza intensiva de pacos. La composición orgánica y química de efluentes productos de la crianza intensiva de paco es una fuente de macro y micronutrientes para el cultivo de plántulas de huasai. Los efluentes procedentes de la crianza intensiva de paco tienen efecto en los aspectos morfológicos y fisiológicos de las plántulas de huasai mantenidas en un sistema acuapónico. La calidad de agua tiene efecto en el peso y tamaño de las peces mantenidas en un sistema acuapónico.	Dependiente: Adaptación. Morfológicos Fisiológicos	Altura de la planta. Diámetro del tallo. Longitud de la raíz. Número de raíces. Longitud del peciolo. Número de folíolos. Espesor de los folíolos. Longitud de los folíolos. Área foliar. Tejidos fundamentales. Haz vascular. Epidermis