



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Pesquera
Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola**

**Factibilidad económica de un sistema acuapónico semi – intensivo del *Arapaima gigas*
y lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical, Huacho, 2024**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Acuícola

Autora

Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Asesor

Dr. Héctor Romero Camarena



Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ACUICOLA

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio	71932966	25 de mayo 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Héctor Romero Camarena	15757045	https://orcid.org/0009-0009-0518-5829
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Oswaldo Francisco Flores Saldaña	15582719	https://orcid.org/0000-0001-7582-7430
Jaime David Leandro Roca	15594015	https://orcid.org/0009-0005-8109-5500
María Melitta Hurtado Zamora	17801831	https://orcid.org/0009-0006-3651-1648

Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo del Arapaima gigas y lechuga (Lactuca sativa) en zo...

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP - PREGRADO 2026

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP

Facultad de Ingeniería Pesquera

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:old:::1:3552811196

Fecha de entrega

27 abr 2026, 6:02 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 abr 2026, 11:59 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_COLLANTES.pdf

Tamaño del archivo

1.8 MB

69 páginas

13.691 palabras

79.463 caracteres



Página 2 de 78 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:old:::1:3552811196

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

19%  Fuentes de Internet

8%  Publicaciones

10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios por ser mi luz en los momentos de incertidumbre y guiar cada uno de mis pasos.

A mis padres, Irma y Freddy, por ser mi impulso constante, mi ejemplo y la razón de no rendirme, la admiración que siento por ellos me sirvió de motivación para seguir.

A quien fue mi refugio en este proceso, por darme aliento cuando más lo necesitaba y por creer en mi incluso cuando yo dudaba, mi Ing. De la Cruz.

Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento al Director Regional de Producción Ing. Ernesto, por los permisos otorgados, los cuales permitieron la culminación del presente trabajo.

Al presidente del jurado Ing. Oswaldo, por sus valiosas observaciones y aportes, así mismo, a los miembros del jurado por su tiempo durante el proceso de evaluación.

Finalmente, a mi familia, mi hogar, mi centro de trabajo que fueron mi mayor motivación.

Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la investigación	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	6
1.5 Delimitaciones del estudio	7
1.6 Viabilidad del estudio	7
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.1.1 Investigaciones internacionales	9
2.1.2 Investigaciones nacionales	10
2.2 Bases teóricas	12
2.3 Bases filosóficas	27
2.4 Definición de términos básicos	28
2.5 Hipótesis de investigación	29
2.5.1 Hipótesis general	29
2.5.2 Hipótesis específicas	30
2.6 Operacionalización de las variables	31
CAPÍTULO III	32
	vi

METODOLOGÍA	32
3.1 Diseño metodológico	32
3.2 Población y muestra	32
3.2.1 Población	32
3.2.2 Muestra	32
3.3 Técnicas de recolección de datos	33
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	33
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS	35
4.1 Análisis de resultados	35
4.2 Contrastación de hipótesis	42
CAPÍTULO V	43
DISCUSIÓN	43
5.1 Discusión de resultados	43
CAPÍTULO VI	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
6.1 Conclusiones	44
6.2 Recomendaciones	45
REFERENCIAS	47
7.1 Fuentes bibliográficas	47
7.2 Fuentes electrónicas	48
ANEXOS	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción del Arapaima gigas (por ciclo de cultivo)	35
Tabla 2. Producción de lechuga (Lactuca sativa) por m ² /ciclo.....	36
Tabla 3. Parámetros físico-químicos del sistema acuapónico.....	37
Tabla 4. Costos e ingresos del sistema (por ciclo de 6 meses).....	38
Tabla 5. Resultados de pruebas de normalidad – Peso final del Arapaima gigas (n=10)	39
Tabla 6. Inventario de equipos, maquinas e insumos.....	40
Tabla 7. Ventas	40
Tabla 8 Proyección de ventas del Paiche	41
Tabla 9 Proyección de ventas de lechuga	41
Tabla 9. Resultados de la prueba t para una muestra	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del peso en Arapaima	35
Figura 2. Rendimiento total de lechuga.....	36
Figura 3. Distribución de costos del sistema acuapónico	37
Figura 4. Comparación de ingresos por componente.....	38

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi-intensivo con *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en condiciones subtropicales de la ciudad de Huacho durante el año 2024. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, con diseño no experimental de tipo descriptivo evaluativo, considerando parámetros productivos, variables de calidad de agua y análisis económico del sistema mediante indicadores financieros como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo. Los resultados evidenciaron que el sistema acuapónico permitió un adecuado aprovechamiento de los nutrientes generados por el cultivo del paiche para la producción vegetal, manteniendo condiciones físico químicas del agua dentro de rangos adecuados para ambas especies. Asimismo, el análisis económico demostró la viabilidad del sistema al obtener indicadores financieros favorables que evidencian rentabilidad en su implementación bajo condiciones locales. Se concluyó que el sistema acuapónico semi-intensivo representa una alternativa productiva sostenible y económicamente viable para su aplicación en zonas costeras con disponibilidad limitada de recursos hídricos, contribuyendo al desarrollo de tecnologías integradas orientadas a la seguridad alimentaria y al uso eficiente del agua.

Palabras clave: *Arapaima gigas*, *Lactuca sativa*, factibilidad económica, producción sostenible.

ABSTRACT

The research aimed to determine the economic feasibility of a semi-intensive aquaponic system using *Arapaima gigas* and lettuce (*Lactuca sativa*) under subtropical conditions in the city of Huacho during 2024. The study employed an applied approach with a non-experimental, descriptive-evaluative design, considering production parameters, water quality variables, and an economic analysis of the system using financial indicators such as net present value, internal rate of return, and benefit-cost ratio. The results showed that the aquaponic system allowed for the efficient use of nutrients generated by the arapaima cultivation for plant production, maintaining the water's physicochemical conditions within suitable ranges for both species. Furthermore, the economic analysis demonstrated the system's viability by obtaining favorable financial indicators that indicate profitability when implemented under local conditions. It was concluded that the semi-intensive aquaponics system represents a sustainable and economically viable productive alternative for application in coastal areas with limited availability of water resources, contributing to the development of integrated technologies oriented towards food security and efficient water use.

Keywords: *Arapaima gigas*, *Lactuca sativa*, economic feasibility, sustainable production

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de crecimiento demográfico, reducción de la disponibilidad de recursos hídricos y necesidad de sistemas productivos sostenibles, la acuaponía se presenta como una alternativa tecnológica eficiente para la producción integrada de organismos hidrobiológicos y cultivos vegetales bajo esquemas de recirculación del agua. Este sistema permite aprovechar los nutrientes generados por los peces como insumo para el desarrollo de las plantas, optimizando el uso del recurso hídrico y reduciendo el impacto ambiental asociado a los sistemas tradicionales de producción acuícola y agrícola, lo cual contribuye al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y al desarrollo de modelos productivos sostenibles.

En el Perú, la aplicación de sistemas acuapónicos aún presenta un desarrollo limitado, principalmente debido a los elevados costos iniciales de implementación, la escasa experiencia técnica en su manejo a escala productiva y la insuficiente información sobre su rentabilidad en condiciones ambientales específicas. En este escenario, resulta necesario desarrollar estudios que permitan evaluar la viabilidad económica de estos sistemas integrados considerando especies de alto valor comercial y condiciones climáticas locales que permitan su adaptación y sostenibilidad en el tiempo.

El cultivo del *Arapaima gigas*, conocido comúnmente como paiche, representa una alternativa estratégica para la diversificación de la producción acuícola nacional debido a su rápido crecimiento, elevada aceptación en el mercado y alto valor económico, características que lo convierten en una especie con potencial para integrarse en sistemas acuapónicos semi-intensivos. De manera complementaria, el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) constituye una opción vegetal adecuada para este tipo de sistemas por su rápido ciclo productivo, elevada demanda comercial y capacidad de aprovechar eficientemente los nutrientes disueltos en el agua recirculada.

En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi-intensivo integrado por *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en condiciones subtropicales de la ciudad de Huacho, evaluando parámetros productivos, condiciones físico-químicas del agua, costos de producción e ingresos generados durante el proceso experimental, con el propósito de establecer la viabilidad financiera del sistema mediante indicadores económicos como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio-costos.

Los resultados obtenidos permiten aportar información técnica y económica relevante sobre la implementación de sistemas acuapónicos con especies amazónicas en zonas de la costa peruana, contribuyendo al desarrollo de alternativas productivas sostenibles orientadas a optimizar el uso del agua, diversificar la producción agroacuícola y fortalecer la rentabilidad de unidades experimentales y comerciales bajo condiciones ambientales similares.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La acuaponía constituye un sistema productivo integrado que articula de manera simultánea los principios de la acuicultura y la hidroponía dentro de un mismo esquema de producción controlada, en el cual la primera se orienta a la crianza y manejo de peces u otros organismos acuáticos en condiciones supervisadas con fines productivos, mientras que la segunda corresponde a una técnica de cultivo vegetal que permite el desarrollo de especies agrícolas sin requerir suelo agrícola convencional, utilizando soluciones nutritivas disueltas en agua; de este modo, la interacción entre ambos componentes favorece el aprovechamiento eficiente de los nutrientes generados en el sistema acuícola, promoviendo procesos sostenibles de producción de alimentos bajo condiciones tecnificadas y de recirculación hídrica (FAO, 2022). La técnica se enfoca en la producción, rentabilidad y el tratamiento de desechos, que es importante por la necesidad de la producción de alimentos nutritivos (Rakocy, 1999), que se emplea de manera simultánea para la producción varias especies hortícolas, con la misma agua y nutrientes. (Universidad Pontificia Bolivariana, 2018), esta técnica requiere de menos disponibilidad de tierra y permite mayor eficiencia en el uso de agua y de fertilizantes (FAO, 2022), contrario a la agricultura tradicional, que concentra aproximadamente el 60% del agua dulce disponible (FAO, 2018), por el cual constituye en una alternativa ante esta escasez de agua y la demanda de alimentos (Calderón et. Al, 2019).

Esta técnica es relativamente reciente para la producción de alimentos y puede haber mayor beneficio económico cuando se conjuga un sistema hidropónico con un sistema piscícola (Adler et al., 2000; Rakocy et al., 2004b; Goodman, 2005); sin embargo, algunos estudios demuestran que esta técnica es poco usada para la producción semi comercial o

comercial por lo que requiere de un alto costo de inversión inicial, el cual se puede evidenciar que muchas empresas comerciales han fracasado porque las ganancias no han cubierto la inversión realizada (FAO, 2022). La mayor parte de las unidades implementadas en este tipo de sistemas han sido orientadas principalmente al desarrollo de actividades de investigación académica y experimentación técnica antes que a la producción comercial de alimentos a gran escala, debido a que su diseño responde a objetivos formativos, demostrativos o científicos más que a criterios de eficiencia productiva o competitividad económica, lo cual limita su capacidad de inserción en mercados formales y evidencia que muchas de estas instalaciones cumplen una función de validación tecnológica y generación de conocimiento más que de abastecimiento sostenido dentro de cadenas productivas agroacuícolas.

En el Perú no está masificado esta técnica por su alto costo de inversión y su baja competitividad, además porque no existe una política que subsidie este tipo de producción que pueda alentar el uso de esta técnica para la producción comercial, ya que un eventual subsidio conllevaría a disminuir los costos de inversión inicial que requiere para la instalación de un sistema completo y, los costos fijos que se requiere para realizar el mantenimiento permanente que generan los gastos de electricidad y de personal. Se dispondría de un capital que sea sostenible hasta el retorno de la inversión inicial que para su recuperación demora aproximadamente unos meses.

Una inversión de esta naturaleza enfrenta una alta competencia del mercado que puede conllevar que la técnica de producción sea poco factible para la producción comercial, ya que el proceso de instalación es más costoso en comparación con la producción de vegetales en el suelo y, su producción requiere una alta demanda de energía y alto costos para el mantenimiento (FAO, 2022), debido a los altos riesgos que enfrenta la producción que puede ser causado por un error o accidentes, como la pérdida de agua que se drena de la

unidad que puede ser causado por los cortes de electricidad, tuberías obstruidas, desagües abiertos, cambio de agua o, interrupción del flujo de agua provocada por animales.

Tener un sistema adecuado requiere de una alta inversión para disminuir los riesgos, dado que las limitaciones técnicas en la construcción, instalación y mantenimiento del sistema que pueden generar daños en la conducción y el cableado. Todos estos problemas y riesgos pueden ser irremediables para los peces causándole la muerte en cuestión de horas si no se solucionan inmediatamente, lo que conllevaría la destrucción del sistema.

Asimismo, el funcionamiento del proyecto puede afectarse cuando se instala el sistema en lugares donde las condiciones de temperatura del clima no son adecuadas afectando la vida y el desarrollo de los peces y plantas cultivados, por lo que, al no existir rangos óptimos de temperatura los requerimientos de los peces y las plantas no necesariamente encajan perfectamente, haciendo que se eleve el costo de mantenimiento, ya que una inadecuada medición y tratamiento de calidad del agua puede afectar el crecimiento y engorde de los peces.

En la universidad José Faustino Sánchez Carrión se ha instalado un sistema acuapónico el cual se emplea para la investigación académica con la intención de ampliar conocimiento sobre el manejo de esta técnica para que los estudiantes empleen el sistema y desarrollen producción para el mercado. No obstante, durante los 3 meses que duró la investigación se ha observado algunos problemas.

Se presentaron dos fallas en las energías eléctricas, la primera se fue el fluido electro por un promedio de 3 horas y se estuvo utilizando baldes para generar riego a la zona de los paiches para que recibieran oxígeno y recirculando el agua en la zona de la hidroponía. La segunda falla eléctrica se produjo por un corte en la mayor parte de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión que duro 2 días, por lo cual se tuvo que comprar oxigenadores

pequeños a pilas para que ayuden a oxigenar a los Paiches y adicional usar baldes para regar la zona del estanque y así generar oxígeno.

La alimentación de los paiches, al no tener separadores en los estanques y del mismo modo no poder controlar bien su alimentación, algunos paiches crecían y engordaban mucho más que algunos, esto se debía a que se alimentaban más y los demás se estresaban; ya que necesitaban de más espacio mientras más crecían.

El cambio de proteínas para engorde y crecimiento: la alimentación primera que se estaba usando no era la adecuada para los paiches ya que no estaban ni engordando ni creciendo en el tiempo que se trajo desde Pucallpa hasta Huacho, ya que se estuvo utilizando alimento balanceado para Truchas, después se compró el alimento de Paiche en Acuatech y en las siguientes biometrías se pudo observar engorde y crecimientos óptimos.

Su temperatura del Paiche es de aguas y ambiente cálido, por lo que su hábitat es de la selva y teníamos que adaptarlo de a pocos al ambiente húmedo de la ciudad de Huacho, donde generalmente la temperatura fue de 20°C hasta 23°C con sensación térmica de 18°C. Por lo cual se tuvo que ambientar la zona de las pozas con plástico biomembrana asegurados y fijados para evitar fuga e ingreso de aire, sellando la puerta de ingreso de aire y abriéndola solo cuando se da alimentación o biometría. Con todo esto acondicionado se pudo obtener una temperatura interior del estanque de 24°C a 26°C con sensación térmica de 27°C, para lo cual los paiches estudiados no tenían estrés por temperatura.

Presupuesto: el costo de materiales se vio influenciado por las dimensiones que se requeriría al implementar la hidroponía y por las mejoras que se pudo hacer en el transcurso. El mayor costo centrado fue en la implementación de la hidroponía, como el uso de las bombas, sistema eléctrico, filtros, tuberías de recirculación del agua, estructura de base hidropónico, armado y enmallado de la estructura de la hidroponía y accesorios para el sistema hidropónico. Para la zona de los estanques de los paiches se gastó en la estructura

metálica que servirá como base para el forrado con plástico de geomembrana. Además, otros problemas también afectan el proyecto, como las moscas en la hidroponía (Lechuga) y, la inversión en materiales y mano de obra.

Los problemas mencionados anteriormente describen los altos costos que requiere el funcionamiento y mantenimiento para disminuir los riesgos que conllevaría la pérdida del capital y el abandono de la misma, siempre en cuando no se cuente con capital suficiente para prevenir o controlar estos problemas.

Actualmente la instalación del sistema subsiste con financiamiento de los recursos de la propia universidad. Dichos costos son elevados debido que se requiere en mantenimiento, tanto en el gasto de energía, control de agua, etc. No obstante, se ha identificado que, para tener un uso más efectivo en la eficacia del agua, se puede integrar a los sistemas de circulación cerrados en la acuicultura; también como alternativa viable para la disminución de costos y, para la variación productiva de las unidades de acuicultura, por lo que, el proyecto puede ser factible cuando el sistema de acuaponía se utilice en lugares adecuados tomando en cuenta la factibilidad económica de la inversión.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existe factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo del *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024?

1.2.2 Problemas específicos

¿Sera posible la crianza de *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) con un sistema acuapónico semi intensivo en zona sub tropical Huacho, 2024?

¿Cuáles son los efectos de los afluentes del medio en la crianza del *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en un sistema acuapónico semi intensivo en zona sub tropical Huacho, 2024?

¿Cuáles son los costos de crianza del Arapaima gigas y lechuga (Lactuca sativa) en un sistema acuapónico semi intensivo en zona sub tropical Huacho, 2024?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima gigas y lechuga (lactuca sativa) en zona sub tropical Huacho, 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la crianza con un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima gigas y lechuga (lactuca sativa) en zona sub tropical Huacho, 2024.

Determinar los efectos de los afluentes del medio en la crianza en un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima gigas y lechuga (lactuca sativa) en zona sub tropical Huacho, 2024.

Determinar los costos de crianza en un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima gigas y lechuga (lactuca sativa) en zona sub tropical Huacho, 2024.

1.4 Justificación de la investigación

La discusión sobre la escasez de agua es una de las principales preocupaciones que se tiene en la actualidad, principalmente porque ella afecta la producción agrícola, dado que ella emplea aproximadamente alrededor de 60% del agua dulce disponible (FAO, 2018), que podría repercutir en el abastecimiento de los alimentos. Es este sentido, el sistema acuapónico se constituye como una alternativa para disminuir los efectos negativos hacia la agricultura (Calderón et. Al, 2019); ya que ésta permite mejorar la seguridad alimentaria, usando principios agrarios en sistemas productivos climáticamente sutiles.

Por tanto, la presente investigación pretende demostrar la factibilidad del sistema acuapónico semi – intensivo en zona sub tropical utilizando Arapaima gigas y lechuga (Lactuca sativa), el cual contribuiría con información valiosa sobre la factibilidad de la acuaponía en diferentes zonas, para mejorar la rentabilidad de manejo en el sector acuícola.

El dispuesto hecho de precipitar los métodos acuapónicos como las que se plantea investigar, la ventaja en términos económicos aumentará frente a la acuicultura que en la actualidad se trabaja con Paiche (Arapaimas Gigas) y lechuga (Lactuca Sativa) que requiere más tiempo en el proceso de producción por lo que el resultado de la presente investigación favorecerá a fortalecer a la empresa desde el punto de vista económico.

1.5 Delimitaciones del estudio

Delimitación espacial

El presente estudio se realizará en el Centro Acuícola de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión ubicado en el Distrito de Huacho, Provincia de Huaura, Región Lima.

Delimitación temporal

El progreso de la investigación que dispone la recolección de datos tiene un tiempo de duración de 6 meses, entre el mes de abril a setiembre del año 2024.

1.6 Viabilidad del estudio

El presente estudio es factible porque se puede acceder con el centro acuícola para realizar la investigación, dado que ésta dispone del espacio (terreno) y electricidad donde se puede observar:

Implementación – Zona (1) con 09m², donde se encuentra el estanque con Paiche que a su vez esta implementado en su perímetro con estructura metálica y forrado con plástico blanco Biofish.

Implementación – Zona (2) con 06m² donde se encuentra el sistema de recirculación acuapónico (Hidroponía) que a su vez está implementado en su perímetro con estructura de madera y forrado con mallas Raschel.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Se encontraron referencias específicas nacionales, en internacionales no se encontraron temas específicos sobre estudios de Factibilidad económica de *Sistema* acuapónico, sin embargo, no hay estudios que hayan realizado con *Paiche (Arapaima Gigas)*. A pesar de, se puede indicar que existen indagaciones y trabajos realizados con otras especies acuáticas.

2.1.1 Investigaciones internacionales

Sánchez (2018), en la investigación titulada “*Evaluación técnico económica de un sistema acuapónico de pequeña escala*”, tuvo como propósito analizar la eficiencia en el uso del agua, la sostenibilidad operativa y la viabilidad económica de un sistema acuapónico recirculante destinado al cultivo conjunto de tilapia del Nilo y lechuga producida mediante el sistema de balsa flotante. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño experimental, para lo cual se implementó un módulo acuapónico de 8.05 m³ dentro de un invernadero de 91 m², evaluándose variables productivas relacionadas con el número de peces, su peso y características composicionales. Los resultados evidenciaron un uso eficiente del recurso hídrico al registrarse pérdidas equivalentes únicamente al 2.6 % del volumen total del sistema, asociadas principalmente a procesos de evaporación, evapotranspiración, labores de limpieza, recambios parciales, derrames y salpicaduras, mientras que los parámetros físicos del agua permanecieron dentro de rangos adecuados para la producción vegetal; sin embargo, la limitada concentración de nitratos en el sistema redujo la disponibilidad de nutrientes para las plantas, afectando su desarrollo.

Calderón et al. (2019), en la investigación titulada “*Factibilidad económica y financiera de un sistema de producción acuapónico de tilapia, lechuga y langostino de río en Delicias, Chihuahua, México*”, tuvieron como finalidad analizar la viabilidad productiva y económica del cultivo de lechuga romana (*Lactuca sativa L. var. Longifolia*) mediante un sistema acuapónico integrado al manejo semiintensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) y langostino de río (*Macrobrachium rosenbergii D.*) en dicha localidad. Los resultados evidenciaron que el 67 % de las familias del municipio consumen filete de tilapia, el 52 % incorporan lechuga en su dieta habitual y únicamente el 46 % presentan conocimiento sobre el consumo de langostino de río, lo cual permitió identificar oportunidades de posicionamiento comercial para este último recurso hidrobiológico. Asimismo, el análisis financiero mostró una rentabilidad promedio equivalente a 0.50 unidades monetarias por cada unidad invertida desde el segundo año de funcionamiento del sistema, concluyéndose que la acuaponía representa una alternativa técnicamente viable y económicamente sostenible para la producción de alimentos frescos y de alto valor nutricional bajo condiciones locales del municipio de Delicias, Chihuahua, México.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Pérez y Pedraza (2018), en el estudio titulado “*Factibilidad para la producción de lechuga hidropónica en la ciudad de Cutervo, provincia de Cutervo*”, departamento de Cajamarca, tuvieron como propósito estructurar una propuesta orientada a la implementación de un sistema productivo de lechuga económicamente rentable y ambientalmente sostenible mediante el uso de la técnica hidropónica en dicha localidad. La investigación se desarrolló bajo un enfoque histórico y documental sustentado en la revisión de fuentes secundarias como libros especializados, artículos científicos, revistas técnicas y documentos relacionados con metodologías de cultivo hidropónico, así como herramientas

de organización y gestión productiva, complementándose con un análisis cuantitativo de información obtenida en campo. La población evaluada estuvo conformada por comerciantes de verduras en mercados locales y responsables de establecimientos de expendio de alimentos, seleccionándose una muestra de 115 participantes a quienes se aplicaron encuestas y entrevistas con el propósito de obtener información relevante sobre la demanda y condiciones de comercialización del producto en la ciudad de Cutervo.

Altamirano y Fernández (2022) desarrollaron una investigación orientada a analizar las alternativas de financiamiento para la implementación de un sistema acuapónico por productores agrícolas del distrito de Sayán, provincia de Huaura, con el propósito de identificar la opción económicamente más conveniente para su ejecución. El estudio se estructuró bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, alcance explicativo y diseño no experimental, considerando como muestra a 16 agricultores a quienes se aplicó un cuestionario, complementándose la información con datos obtenidos de cinco entidades financieras y de un programa de financiamiento mediante fondos concursables. Los resultados mostraron que el proyecto acuapónico requería una inversión inicial de S/ 136,363.16, de los cuales S/ 76,363.16 correspondían al aporte de los asociados y S/ 60,000.00 a financiamiento bancario con una tasa de interés anual del 10 %, generando indicadores económicos equivalentes a un VAN de S/ 107,577.98, una TIR del 32 %, una relación beneficio costo de S/ 1.86 y un periodo de recuperación de 2.5 años; sin embargo, al evaluar la alternativa financiada mediante el programa AVANZAR RURAL, que cubría S/ 100,000.00 como capital no reembolsable y requería un aporte de socios de S/ 36,363.16, se obtuvieron mejores indicadores económicos con un VAN de S/ 206,693.19, una TIR del 60 %, una relación beneficio costo de S/ 2.16 y un periodo de recuperación de 1.6 años, concluyéndose que el acceso a fondos concursables representa la alternativa más favorable debido a su mayor rentabilidad y menor carga financiera para los productores.

Cisneros (2012) desarrolló una investigación orientada a determinar la estructura de los costos operativos de las cabinas de internet y su influencia en la rentabilidad económica y financiera en la ciudad de Puno durante el periodo 2010–2012. El estudio se sustentó en un enfoque analítico y descriptivo que permitió examinar los componentes fundamentales de los costos y su relación con los niveles de rentabilidad mediante la aplicación de técnicas e instrumentos propios del análisis económico financiero. Los resultados evidenciaron que los costos fijos representaron el 76 % del costo total, mientras que los costos variables alcanzaron el 24 %, observándose además que el comportamiento de los ingresos estuvo directamente asociado al nivel de inversión realizado por las empresas evaluadas, las cuales registraron resultados favorables en términos de retorno económico. Finalmente, a partir del análisis de indicadores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo, se concluyó que las unidades empresariales con mayores montos de inversión presentan niveles superiores de rentabilidad en comparación con aquellas que operan con menor capacidad financiera.

2.2 Bases teóricas

En el presente apartado se considera aspectos conceptuales, categóricos y teorías que sustentará nuestras variables consideradas en el presente estudio, para ello es importante señalar primeramente la definición conceptual de la factibilidad y, posteriormente describir el sistema acuapónico.

2.2.1. Sistema acuapónico para la crianza del *Arapaima gigas* y lechuga

Sistema acuapónico

La acuaponía constituye una tecnología productiva desarrollada dentro del enfoque de la agricultura intensiva sostenible, particularmente aplicable a sistemas de producción familiar y de pequeña escala, que integra de manera funcional los principios de la acuicultura

y la hidroponía mediante el uso eficiente y recirculante del recurso hídrico, permitiendo que ambos subsistemas operen de forma complementaria y sinérgica (FAO, 2022).

En este proceso, los efluentes generados en el cultivo de organismos acuáticos son conducidos hacia las unidades de producción vegetal sin ser descargados al ambiente, aportando nutrientes de origen biológico que favorecen el crecimiento de las plantas bajo esquemas productivos sostenibles, de menor costo operativo y sin empleo de fertilizantes químicos sintéticos, lo cual reduce las limitaciones ambientales asociadas al manejo independiente de sistemas acuícolas e hidropónicos (FAO, 2022).

Además, se observa que este tipo de integración puede incrementar la productividad y mejorar la rentabilidad en contextos donde la disponibilidad de agua y suelo es restringida, aunque su implementación requiere inversiones iniciales relativamente elevadas que deben ser evaluadas mediante un análisis previo de factibilidad considerando variables económicas, ambientales, sociales y logísticas antes de su escalamiento productivo (FAO, 2022).

Técnicas de la acuaponía acuicultura e hidroponía

La acuicultura

La acuicultura se define como la actividad orientada a la crianza y producción controlada de organismos hidrobiológicos en ambientes confinados o manejados técnicamente, incluyendo especies como peces, crustáceos, moluscos, macrofitas acuáticas y algas, cuyos sistemas de cultivo han sido desarrollados y ajustados en función de las características ambientales y climáticas propias de cada región productiva, permitiendo optimizar las condiciones de crecimiento y manejo sanitario de los organismos cultivados; dentro de este contexto, se reconocen cuatro modalidades principales de producción acuícola que comprenden los sistemas en aguas abiertas como el cultivo en jaulas, los sistemas en estanques o piscinas, los canales de flujo continuo y los sistemas de recirculación acuícola

conocidos como SRA, los cuales permiten mejorar la eficiencia en el uso del agua y el control de los parámetros productivos (FAO, 2022).

Los sistemas de recirculación acuícola constituyen una alternativa tecnológica que facilita la integración entre la producción acuícola y agrícola al permitir el aprovechamiento de los efluentes generados durante el cultivo de organismos hidrobiológicos, los cuales contienen concentraciones significativas de nutrientes que pueden ser reutilizados en la producción vegetal dentro de esquemas productivos integrados como la acuaponía (FAO, 2022).

En este contexto, la acuicultura comprende diversos sistemas de producción adaptados a diferentes condiciones ambientales, incluyendo ambientes marinos, continentales y salobres, lo que posibilita el cultivo de una amplia diversidad de especies acuáticas bajo estrategias tecnológicas diferenciadas según las características del medio y los objetivos productivos establecidos (Halwart et al., 2000).

Hidroponía

La hidroponía constituye una de las técnicas más difundidas de producción vegetal sin uso de suelo agrícola, basada en el desarrollo de cultivos sobre sustratos inertes o directamente en soluciones nutritivas donde las raíces permanecen expuestas en un medio acuoso controlado, lo que reduce significativamente la incidencia de plagas y enfermedades asociadas al suelo al eliminar el contacto directo con este, además de permitir la desinfección y reutilización de los sustratos entre ciclos productivos, favoreciendo de esta manera la intensificación del sistema agrícola y la optimización del manejo de nutrientes en condiciones controladas.

Esta tecnología resulta especialmente apropiada en zonas áridas o en contextos donde la pérdida de nutrientes representa una limitación ambiental y económica relevante, debido a que presenta una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua y de los elementos

nutritivos en comparación con la agricultura tradicional basada en suelo; sin embargo, su manejo técnico es más exigente y demanda insumos específicos principalmente durante la etapa de instalación, requiriendo además suministro eléctrico para la circulación y oxigenación del agua dentro del sistema, aunque reduce la necesidad de combustible asociado a labores de preparación del terreno, disminuye el volumen de agua requerido para riego convencional, limita las operaciones de control de malezas y evita la alteración de la materia orgánica del suelo por prácticas agrícolas intensivas, de modo que, pese a que los costos iniciales, los materiales de infraestructura y la dependencia energética pueden representar restricciones para su implementación, estos sistemas eliminan completamente el uso de fertilizantes químicos sintéticos al reutilizar los nutrientes generados dentro del propio sistema productivo (FAO, 2013).

La acuicultura representa una alternativa estratégica para disminuir la presión ejercida sobre las pesquerías naturales a nivel mundial, además de contribuir a reducir el impacto ambiental asociado a sistemas agroproductivos menos sostenibles y fortalecer la disponibilidad de proteína de origen animal para el consumo humano; sin embargo, el desarrollo sostenible de esta actividad requiere atender aspectos críticos relacionados principalmente con el manejo de efluentes ricos en nutrientes generados durante el proceso productivo, los cuales constituyen uno de los principales desafíos ambientales del sector, ya que dependiendo de la normativa vigente en cada país los productores deben optar entre su tratamiento o descarga, implicando costos adicionales y posibles riesgos ecológicos, debido a que la liberación directa de estos residuos puede provocar procesos de eutrofización, disminución del oxígeno disuelto en cuerpos de agua continentales y zonas costeras, proliferación excesiva de macroalgas y otros desequilibrios ambientales con repercusiones ecológicas y económicas significativas (ONU, 2023).

En los sistemas hidropónicos tipo NFT es fundamental considerar desde la etapa de diseño criterios técnicos que aseguren un manejo sencillo y un funcionamiento eficiente del sistema, ya que una adecuada planificación estructural permite prevenir fallas operativas frecuentes asociadas a errores de instalación que posteriormente pueden resultar complejos o difíciles de corregir durante la fase productiva, afectando la estabilidad del cultivo y el rendimiento del sistema en condiciones de operación continua (FAO, 2022).

Niveles de producción

Acuaponía a pequeña escala/doméstica

Las unidades acuapónicas que cuentan con tanques de cultivo de peces de aproximadamente 1 000 litros y áreas destinadas a la producción vegetal cercanas a 3 m² se clasifican dentro de la categoría de pequeña escala, siendo especialmente adecuadas para sistemas de producción orientados al abastecimiento familiar y al autoconsumo doméstico, cuyo funcionamiento ha demostrado resultados favorables en diversas regiones del mundo bajo diferentes condiciones ambientales; este tipo de módulos permite la producción simultánea de varias especies de hortalizas y plantas aromáticas, contribuyendo a mejorar la seguridad alimentaria mediante el aprovechamiento eficiente del espacio y del recurso hídrico dentro de sistemas integrados de producción sostenible (FAO, 2022).

Acuaponía semi-comercial y comercial

Los sistemas acuapónicos de escala comercial o semi comercial presentan aún una limitada difusión debido principalmente a los elevados costos iniciales requeridos para su implementación y a la reducida experiencia técnica acumulada en este nivel de producción, factores que han condicionado el desarrollo de este tipo de emprendimientos en distintos contextos productivos; en varios casos, iniciativas empresariales orientadas a la acuaponía no lograron consolidarse económicamente debido a que los ingresos generados no

alcanzaron a cubrir las exigencias financieras asociadas a la inversión inicial y a los costos operativos del sistema durante sus primeras etapas de funcionamiento (FAO, 2022).

Principales técnicas de acuaponía

Técnica de cama de cultivo con sustrato

Las unidades acuapónicas basadas en camas de cultivo con sustrato constituyen uno de los diseños más difundidos en sistemas de pequeña escala debido a su simplicidad operativa y a su adecuada adaptación a diferentes contextos productivos, especialmente en regiones en desarrollo donde se priorizan tecnologías de fácil implementación y menor requerimiento de inversión inicial; este tipo de sistema permite un uso eficiente del espacio disponible y facilita el manejo por parte de operadores con experiencia limitada, ya que el sustrato cumple simultáneamente la función de soporte para el desarrollo radicular de las plantas y actúa como medio de filtración mecánica y biológica, contribuyendo al mantenimiento de la calidad del agua dentro del sistema integrado (FAO, 2022).

La capacidad de los sistemas con camas de cultivo basadas en sustrato para cumplir simultáneamente funciones de soporte radicular y filtración mecánica y biológica constituye el principal motivo por el cual este tipo de unidades presenta una operación más sencilla en comparación con otros diseños acuapónicos, ya que, a diferencia de estos, los sistemas NFT y CAP requieren la incorporación de componentes de filtración independientes para asegurar el adecuado tratamiento del agua, lo que incrementa la complejidad técnica de su instalación y manejo dentro del sistema productivo integrado (FAO, 2022).

No obstante, el uso de camas de cultivo con sustrato puede presentar limitaciones cuando se implementa en sistemas de mayor escala productiva, debido a que su manejo operativo se vuelve más complejo y los costos de instalación tienden a incrementarse en comparación con otros diseños acuapónicos; además, el material de sustrato puede saturarse u obstruirse cuando la densidad de peces excede su capacidad de carga, lo que obliga a

incorporar sistemas de filtración adicionales para mantener la calidad del agua, a lo que se suma una mayor pérdida de agua por evaporación asociada a la mayor superficie expuesta a la radiación solar y el peso considerable de algunos tipos de sustrato utilizados en estas unidades (FAO, 2022).

Técnica de cultivos en capas de nutrientes (NFT)

La técnica de cultivo en película de nutrientes conocida como NFT constituye un método hidropónico basado en la circulación continua de una lámina delgada de solución nutritiva a través de conductos ligeramente inclinados donde se colocan las plántulas en orificios ubicados en la parte superior de los tubos, permitiendo que las raíces absorban directamente los nutrientes transportados por el flujo de agua; junto con el sistema CAP, este tipo de tecnología resulta ampliamente utilizado en operaciones comerciales debido a su mayor viabilidad cuando se implementa a escalas productivas superiores en comparación con las unidades basadas en sustrato, además de presentar menores pérdidas por evaporación al mantenerse el agua protegida de la radiación solar directa, aunque su instalación requiere mayor inversión inicial, mayor nivel técnico y disponibilidad de insumos especializados, por lo que su aplicación suele recomendarse principalmente en entornos urbanos o en espacios con restricciones estructurales de peso, donde también es posible aprovechar configuraciones verticales que optimizan el uso del área disponible (FAO, 2022).

Técnica del cultivo de aguas profundas (CAP)

El sistema de cultivo en agua profunda conocido como CAP se basa en la suspensión de las plantas sobre láminas flotantes de poliestireno, permitiendo que sus raíces permanezcan directamente sumergidas en el agua rica en nutrientes del sistema, constituyendo uno de los métodos más utilizados en unidades acuapónicas de carácter comercial orientadas a la producción de un solo cultivo, especialmente hortalizas de hoja como lechuga, especies para ensalada y albahaca, debido a su mayor compatibilidad con

procesos de mecanización y manejo a escala productiva; sin embargo, cuando se implementa en módulos de menor dimensión presenta mayor complejidad operativa en comparación con las camas de cultivo con sustrato, pudiendo además limitar su aplicación en zonas donde la disponibilidad de materiales e infraestructura especializada resulta restringida (FAO, 2022).

Calidad del agua

Parámetros físicos

Temperatura

Para el cultivo de *Arapaima gigas* en condiciones controladas es fundamental mantener la temperatura del agua dentro de un intervalo comprendido entre 26 °C y 30 °C, procurando minimizar las fluctuaciones térmicas para evitar alteraciones en el metabolismo y crecimiento del organismo, considerándose que en ambientes subtropicales el valor óptimo de desarrollo productivo se sitúa alrededor de los 28 °C, condición que favorece su desempeño fisiológico y adaptación en sistemas de cultivo manejados técnicamente (FONDEPES, 2016).

Parámetros químicos

Ph

El cultivo de *Arapaima gigas* en sistemas acuapónicos requiere mantener el pH del agua dentro de un intervalo comprendido entre 6 y 8.5, rango considerado adecuado para favorecer sus procesos fisiológicos y reproductivos bajo condiciones controladas de manejo, contribuyendo a la estabilidad del ambiente acuático y al adecuado desarrollo del organismo durante su producción en cautiverio (FONDEPES, 2016)

Oxígeno

Para el adecuado desarrollo de *Arapaima gigas* en sistemas de cultivo controlado es necesario mantener concentraciones de oxígeno disuelto cercanas a 5.0 mg/l, nivel que

permite sostener condiciones fisiológicas favorables para el metabolismo y crecimiento del organismo dentro de ambientes acuáticos manejados técnicamente (FONDEPES, 2016).

Factibilidad

Luna (1999) define la factibilidad como el nivel de posibilidad que tiene un proyecto de inversión para concretarse en función de la disponibilidad de recursos necesarios para alcanzar los objetivos planteados, constituyéndose en una herramienta de análisis que permite evaluar la viabilidad real de una iniciativa antes de su ejecución, proceso mediante el cual la organización determina si la propuesta resulta conveniente o no desde el punto de vista técnico y económico (Luna, 2001); en este sentido, el estudio de factibilidad adquiere especial relevancia cuando durante el desarrollo de un sistema se identifican riesgos de carácter tecnológico, operativo o legal, o cuando no existe claridad respecto a las alternativas de implementación disponibles, siendo necesario realizar evaluaciones previas que orienten la toma de decisiones sobre la conveniencia del proyecto (Torres, 2006).

Luna (1999) sostiene que el análisis de factibilidad de un proyecto comprende tres componentes fundamentales que incluyen la factibilidad técnica, la factibilidad operativa y la factibilidad económica, los cuales deben evaluarse de manera conjunta para determinar la viabilidad integral de una propuesta de inversión, ya que el nivel de éxito esperado en la ejecución del proyecto depende directamente del grado de cumplimiento alcanzado en cada uno de estos aspectos, permitiendo establecer con mayor precisión las condiciones necesarias para su implementación y sostenibilidad en el tiempo.

La factibilidad técnica comprende la evaluación de las condiciones relacionadas con la localización prevista para la ejecución del proyecto, así como la disponibilidad y adecuación de los recursos materiales necesarios para su implementación, incluyendo además la identificación de las actividades requeridas, los procedimientos operativos que deben desarrollarse y los equipos o herramientas que intervienen en cada etapa del proceso

productivo, permitiendo determinar si existen las capacidades técnicas suficientes para llevar a cabo la propuesta planteada de manera eficiente (Luna, 1999).

Factibilidad económica

La factibilidad económica se refiere a la estimación de los recursos financieros necesarios, ya sea mediante capital propio o financiamiento externo, requeridos para ejecutar un proyecto hasta alcanzar los resultados previstos, constituyendo un componente fundamental dentro del proceso de evaluación debido a que permite determinar la disponibilidad de medios económicos suficientes para sostener su implementación (Arias, 2006); en este sentido, el análisis económico implica la comparación sistemática entre los costos de inversión y los beneficios esperados considerando el horizonte temporal del proyecto, con el propósito de identificar la alternativa más conveniente desde el punto de vista financiero, lo que permite reunir información relevante y confiable para sustentar la toma de decisiones respecto a la viabilidad de su ejecución (Castañeda y Macías, 2016).

En este contexto, el análisis de factibilidad económica permite establecer el efecto que tendrá la ejecución del proyecto en su desempeño financiero, facilitando la identificación de las principales ventajas y limitaciones asociadas a su implementación mediante la evaluación sistemática de la información disponible; para ello, uno de los procedimientos más utilizados en la valoración de proyectos consiste en comparar los flujos de ingresos proyectados con los flujos de costos estimados a lo largo del horizonte de evaluación, lo que permite determinar el nivel de conveniencia económica de la propuesta antes de su ejecución (Quijano, 2012).

A continuación, veremos los beneficios que ofrece el análisis de factibilidad económica:

Relación costo-beneficios del mismo análisis, más su información correspondiente sobre el proyecto en el que se está implementando. (Quijano, 2012)

Determinar el costo y el tiempo en que se abordará dicho proyecto; un factor de suma importancia, ya que recordemos que los atrasos en cualquier proyecto, en este caso de obra, significan un costo extra. (Quijano, 2012)

Determinar el costo total de la obra, incluyendo insumos, recurso humano y todo lo necesario para llevarla a cabo. (Quijano, 2012)

Factibilidad económico-financiera

Nos permite saber si conviene o no realizar un proyecto, ver si es rentable y si es oportuno ejecutarlo en ese momento o espera, además de brindarnos información sobre la cantidad que se necesitara financiar para llevarlo a cabo. (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009)

La evaluación económico-financiera permite analizar la conveniencia de una inversión mediante la aplicación de criterios cuantitativos y cualitativos utilizados comúnmente en la formulación y valoración de proyectos, los cuales orientan la toma de decisiones respecto a su implementación en función de los resultados esperados (Duffus, 2007); en este sentido, constituye la etapa final del estudio de factibilidad al estimar el nivel en que los beneficios generados por la ejecución del proyecto superan los costos y gastos necesarios para su desarrollo, proporcionando así un indicador integral del grado de rentabilidad y sostenibilidad económica de la propuesta (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009).

Medición de la factibilidad económica

El objetivo principal del estudio de factibilidad económica consiste en valorar la inversión propuesta mediante la aplicación de criterios cuantitativos y cualitativos propios de la evaluación de proyectos, los cuales permiten estimar su conveniencia financiera antes de su ejecución; en este sentido, Sapag (1995) indica que la rentabilidad de un proyecto puede analizarse a través de diferentes indicadores expresados en términos monetarios,

porcentuales o en función del tiempo requerido para recuperar la inversión realizada, entre otros parámetros utilizados para sustentar la toma de decisiones en procesos de planificación económica.

A partir de este punto podemos encontrar los criterios más representativos en la toma de decisiones de inversión como lo son:

Valor Actual Neto (van)

Tasa Interna de Retorno (tir)

Periodo de recuperación de capital (pr)

Análisis Beneficio-Costo.

Criterios de evaluación

Para presentar nuestros criterios de evaluación no sólo debemos identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, debemos conformar criterios que nos ayuden a seleccionar las mejores oportunidades de inversión que no sean más rentables para el objetivo de nuestro proyecto (Duffus, 2007).

En el análisis de factibilidad económica la evaluación de la inversión se realiza mediante la aplicación de criterios cuantitativos y cualitativos propios de la formulación y valoración de proyectos, lo que permite comparar los flujos de ingresos proyectados con los flujos de costos estimados para determinar la rentabilidad del proyecto tanto en escenarios con financiamiento como sin él, empleándose para ello diversas herramientas de análisis financiero entre las que destacan indicadores de rentabilidad como el valor actual neto y la tasa interna de retorno, así como indicadores orientados al análisis de liquidez, los cuales contribuyen a establecer la viabilidad económica de la propuesta antes de su ejecución (Duffus, 2007).

El valor actual neto

El valor actual neto constituye uno de los indicadores económicos más empleados en la evaluación de proyectos de inversión, debido a que permite estimar la equivalencia en el tiempo presente de los flujos de efectivo futuros generados por una iniciativa y contrastarlos con el monto de la inversión inicial, facilitando así la determinación de la rentabilidad real del proyecto dentro de un horizonte temporal definido; en este sentido, forma parte del análisis beneficio costo, ya que evidencia si los beneficios esperados superan los costos totales y, por tanto, si la inversión genera un incremento neto de riqueza después de cubrir sus obligaciones financieras y operativas (Valencia, 2014; Salinas, 2015).

Para determinar el valor actual neto es necesario emplear una tasa de descuento o factor de actualización que permita expresar en términos presentes los flujos de efectivo proyectados en el futuro, proceso mediante el cual dichos valores se convierten en flujos descontados equivalentes al tiempo cero; en consecuencia, este indicador se obtiene al restar del total de los flujos actualizados la inversión inicial requerida, lo que posibilita comparar de manera directa los beneficios económicos esperados con los costos necesarios para generarlos en el momento presente y establecer así la conveniencia financiera del proyecto (Baca Urbina, 1990).

Tasa Interna de Retorno (tir)

La tasa interna de retorno, también denominada tasa interna de rendimiento, constituye uno de los principales indicadores financieros utilizados en la evaluación económica de proyectos de inversión, debido a que permite estimar el nivel de rentabilidad que genera el capital comprometido durante el horizonte de ejecución del proyecto, expresándose como aquella tasa de actualización que iguala el valor presente de los flujos futuros de ingresos con el valor presente de los egresos asociados a la inversión inicial, bajo el supuesto de que los beneficios obtenidos en cada periodo son reinvertidos de manera continua dentro del mismo proyecto; en este sentido, este indicador refleja la capacidad

interna de generación de utilidades derivadas del uso eficiente de los recursos financieros, permitiendo además determinar el punto exacto en el cual el valor actual neto se hace igual a cero, situación que señala el límite máximo que puede alcanzar la tasa de descuento sin afectar la viabilidad económica de la inversión, lo cual facilita establecer el margen de seguridad financiera del proyecto frente a posibles variaciones en las condiciones de financiamiento o en el costo de oportunidad del capital (Gómez, 2005).

Periodo de recuperación de capital (PR)

El periodo de recuperación de la inversión constituye un indicador financiero orientado a estimar el tiempo requerido para que los beneficios netos generados por un proyecto permitan compensar el capital inicialmente desembolsado, lo que facilita identificar el momento en que la inversión comienza a recuperar los recursos comprometidos a partir de los ingresos obtenidos durante su operación; en este sentido, este criterio permite determinar el intervalo temporal que transcurre desde la puesta en marcha del proyecto hasta alcanzar la recuperación del monto invertido mediante las utilidades netas acumuladas, incorporando además el efecto de la depreciación de los activos y los gastos financieros asociados al proceso de financiamiento, lo cual contribuye a evaluar el nivel de riesgo y la rapidez con la que la inversión retorna al inversionista dentro del horizonte económico previsto (Armiñana, 2001).

Así que a partir de esto podemos decir que el periodo medio desde cuando se inicia la explotación hasta aquel momento en que podemos obtener con un saldo positivo o periodo de recuperación de nuestra inversión, ya sea la inicial o en alguna de las fases correspondientes al proyecto (Armiñana, 2001).

Análisis de Beneficio-Costo

El análisis beneficio costo constituye una herramienta fundamental dentro de la evaluación económica de proyectos, ya que permite desarrollar un proceso sistemático de

valoración mediante el cual los costos evitados pueden interpretarse como beneficios potenciales, así como los beneficios que dejan de percibirse pueden considerarse costos asociados a la decisión de inversión, lo que evidencia que la estimación de los beneficios responde a proyecciones técnicas y no a resultados reales inmediatos, razón por la cual resulta indispensable aplicar criterios rigurosos de evaluación financiera que permitan sustentar la viabilidad del proyecto; en este contexto, los costos adquieren especial relevancia dentro del análisis, debido a que influyen directamente en la magnitud de los beneficios esperados y condicionan la interpretación cuantitativa de la rentabilidad económica prevista durante el horizonte de ejecución de la inversión (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009).

En la formulación y evaluación de proyectos de inversión es inevitable la presencia de factores de riesgo asociados a la ocurrencia de eventos futuros que pueden modificar las estimaciones inicialmente previstas para los ingresos y costos, lo que implica que las proyecciones económicas elaboradas durante la etapa de planificación no siempre reflejan con exactitud el comportamiento real de las variables financieras en el tiempo; en este sentido, todo proyecto se encuentra expuesto a condiciones de incertidumbre derivadas de cambios en el entorno económico, técnico o operativo que no pueden ser anticipados con total precisión en la fase de formulación, razón por la cual resulta necesario considerar estos elementos como parte del análisis integral de la viabilidad financiera del proyecto (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009).

En el desarrollo de proyectos de inversión es posible identificar variables cuya evolución puede estimarse con cierto nivel de previsibilidad y otras que presentan un comportamiento incierto debido a su dependencia de factores externos difíciles de controlar, por lo que resulta necesario realizar evaluaciones detalladas sobre indicadores clave como el volumen de producción esperado, los ingresos proyectados por concepto de ventas, los

costos asociados a la inversión inicial y los gastos relacionados con la adquisición de materias primas y materiales, los cuales suelen experimentar variaciones significativas durante el horizonte de ejecución del proyecto; en este contexto, el análisis de riesgos se convierte en una herramienta indispensable para examinar la sensibilidad de estas variables frente a posibles cambios en el entorno económico y operativo, permitiendo estructurar su evaluación mediante un conjunto de etapas metodológicas orientadas a mejorar la confiabilidad de los resultados obtenidos en la valoración financiera del proyecto (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009), estos son:

Análisis de umbral de rentabilidad

Análisis de sensibilidad

Análisis de probabilidad.

2.3 Bases filosóficas

Desde la perspectiva de la filosofía ambiental contemporánea, los sistemas acuapónicos se fundamentan en el principio de responsabilidad ecológica orientado al uso racional de los recursos naturales y a la construcción de modelos productivos sostenibles. En este sentido, el enfoque propuesto por Hans Jonas sostiene que el desarrollo tecnológico debe orientarse hacia la preservación de las condiciones que hacen posible la vida futura, lo cual implica promover alternativas productivas que reduzcan el impacto ambiental sin comprometer la seguridad alimentaria. Bajo esta perspectiva, la integración del cultivo de peces y vegetales en sistemas recirculantes representa una expresión concreta de responsabilidad intergeneracional, al optimizar el uso del agua, disminuir la carga contaminante y favorecer la eficiencia ecológica en los procesos productivos.

Asimismo, el enfoque sistémico de la sostenibilidad propuesto por Fritjof Capra plantea que los sistemas productivos deben comprenderse como redes interdependientes donde los flujos de materia y energía se reorganizan de manera cíclica para mantener el

equilibrio ambiental. En este contexto, la acuaponía constituye un modelo coherente con la lógica de los sistemas vivos, ya que integra procesos biológicos complementarios que permiten reutilizar nutrientes, reducir residuos y fortalecer la resiliencia de los sistemas agroacuícolas. Esta visión filosófica respalda el desarrollo de tecnologías integradas como alternativas viables frente a los modelos tradicionales de producción intensiva, promoviendo estrategias orientadas hacia la sostenibilidad económica y ecológica en escenarios locales como la zona costera de Huacho

2.4 Definición de términos básicos

Acuicultura: La acuicultura constituye una actividad productiva orientada al cultivo, manejo y aprovechamiento controlado de organismos acuáticos tanto en ambientes de agua dulce como salada, mediante la utilización planificada de espacios naturales o artificiales destinados a la producción hidrobiológica (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009).

Acuaponía: La acuaponía constituye un sistema integrado de producción que combina de manera simultánea el cultivo de organismos acuáticos con el desarrollo de especies vegetales en un mismo entorno controlado, aprovechando la interacción biológica entre ambos componentes para optimizar el uso de nutrientes y del recurso hídrico (Salinas, 2015).

***Arapaima gigas*:** Esta especie es comúnmente denominada Paiche. Este pez es originalmente de América del Sur y se caracteriza por vivir en agua dulce.

Clima sub tropical: Este clima se caracteriza por presentar temperaturas cálidas o moderadas durante el año y concentra una alta humedad. Así como en época de verano duran meses en tiempo largos, húmedos y cálidos; contrariamente, en época de invierno son poco fríos y moderados.

Factibilidad: La factibilidad económica corresponde al proceso de evaluación mediante el cual se analizan de manera sistemática los costos estimados y los ingresos

potenciales asociados a la introducción de un producto o servicio en el mercado, con la finalidad de determinar si la inversión propuesta resulta financieramente viable dentro de un determinado horizonte de planificación (Baca Urbina, 1990).

Hidroponía: La hidroponía es un sistema de cultivo que hace crecer las plantas en una solución de agua con nutrientes (Valencia, 2014).

Lactuca sativa: Esta planta es conocida como lechuga. Es una planta que se cultiva como verdura de hoja y también en tallo, el cual se utiliza de manera frecuente para las ensaladas. Existen variedades y se cultivó se remonta a la antigüedad.

Semi – intensivo: El sistema de cultivo semi-intensivo constituye una modalidad intermedia entre los esquemas extensivos y los intensivos de producción acuícola, caracterizándose por la incorporación parcial de innovaciones tecnológicas, el uso moderado de prácticas de manejo técnico y la disponibilidad de cierta infraestructura productiva orientada a mejorar la eficiencia del cultivo, lo que permite incrementar los niveles de productividad mediante la suplementación alimenticia, el control básico de las condiciones del agua y una gestión más organizada del proceso productivo (Arias, 2006).

Sistema acuapónico: Un sistema acuapónico se caracteriza principalmente por la forma en que las especies vegetales establecen interacción directa con el agua proveniente del cultivo de organismos acuáticos, ya que dicha relación determina el mecanismo mediante el cual las plantas absorben los nutrientes generados por los desechos metabólicos de los peces.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

HO. No se puede determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo del *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H1 Si se puede determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi-intensivo del *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

2.5.2 Hipótesis específicas

H0 No se puede determinar la posibilidad de la crianza del *Arapaima gigas* del *Arapaima gigas* tendrá efectos con el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H1 Si se puede determinar la posibilidad de la crianza del *Arapaima gigas* del *Arapaima gigas* tendrá efectos con el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H0 No se puede determinar los efectos de los afluentes del medio en la crianza del *Arapaima gigas* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H1 Si se puede determinar los efectos de los afluentes del medio en la crianza del *Arapaima gigas* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H0 Si se puede determinar los costos en la crianza del *Arapaima gigas* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

H1 Si se puede determinar los costos de crianza del *Arapaima gigas* del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024.

2.6 Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (VI): Sistema acuapónico para la crianza del <i>Arapaima gigas</i> y lechuga	Un sistema acuapónico se caracteriza principalmente por la forma en que las especies vegetales establecen interacción directa con el agua proveniente del cultivo de organismos acuáticos.	El sistema compone de invernadero como una estructura física cubierta con materiales transparentes que crea un entorno controlado para la cría de peces. Permite regular y mantener condiciones ambientales como la retención del calor.	➤ Materiales ➤ Calor ➤ Peces ➤ Plantas ➤ Agua ➤ Alimentos balanceados	➤ Unidades ➤ °C ➤ Unidades ➤ <i>Lactuca sativa</i> ➤ Parámetros ➤ Kg
Variable dependiente (VD): Factibilidad económica	La factibilidad económica se caracteriza por ser el análisis que se realiza para conocer posibles costos e ingresos que se puede obtener si una empresa saca un producto o servicio al mercado y, en definitiva, si es rentable hacerlo.	Interés por conocer las diferentes etapas de creación de productos y sus costos a través de los estudios de prefactibilidad, factibilidad y estudio definitivo.	➤ Valor Actual Neto (VAN) ➤ Tasa Interno de Retorno (TIR) ➤ Periodo de recuperación de Capital (PRC) ➤ Análisis Beneficio Costo (ABC) ➤ Análisis de sensibilidad	Valores del VAN y TIR

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La presente investigación será de enfoque cuantitativo, ya que se recopilará los datos para constatar la hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, el cual se orienta a resultados objetivos, excluyendo patrones predecible y estructurado (Hernández y Baptista, 2010).

Asimismo, la investigación será explicativa y descriptiva, porque pretenderá detallar las características y elementos significativos sobre el sistema acuapónico y su viabilidad económica, tomando en cuenta la información económica financiera, la inversión inicial.

Tomando en cuenta se pretende analizar el sistema acuapónico del estudio será de diseño no experimental, ya que este tipo de estudio, el objeto de estudio no es alterado, sino que se basa en obtener data a partir de sucesos dados, en consecuencia, los resultados se pueden generalizar a otros individuos en realidades similares (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Las poblaciones fueron constituidas tanto como de los paiches y de las lechugas que son en total: 6 paiches y 100 plantones de lechugas, cantidades que se vienen trabajando en el proceso experimental.

3.2.2 Muestra

Dado a que el tamaño de la población es pequeño, la muestra será la totalidad de la población.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Observación: Durante el proceso de recojo de información se ira al centro de funcionamiento del sistema donde se observará el sistema de producción, el control de temperatura; la infraestructura, el uso de equipos (electricidad) e insumos (alimentos, etc).

Documentos y registros: Mediante esta técnica se revisarán y analizarán datos que se encuentran en los documentos del proyecto del sistema, el cual contiene información sobre la inversión, los recursos económicos, financieros, logísticos, insumos y humanos.

A través de este método de investigación documental se desarrolla mediante un procedimiento científico, a través de un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, el cual se analiza e interpreta la información y datos que corresponden a un tema en particular (Alfonso, 1995)

Técnicas de la encuesta: Se aplicará una encuesta que estará dirigido a los docentes que vienen trabajando el proyecto y a estudiantes que han desarrollado el proyecto, tomando en cuenta las variables que están relacionadas al funcionamiento del sistema.

Análisis Estadístico – Económico: el cual permite analizar la viabilidad y factibilidad económica del sistema de acuaponía, empleando el análisis de VAN y TIR.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el análisis de información se empleará la estadística descriptiva mediante la frecuencia y medidas de tenencia central que permitirá hacer la explicación de lo que se encuentra. Empleando la herramienta estadística a través del paquete estadístico SPSS vs. 26.

Por otro lado, de acuerdo a la forma de desarrollar y evaluar proyectos de inversión, se hizo una descripción de la tecnología necesaria para la creación del sistema acuapónico, se identificaron los costos iniciales y la infraestructura para la estimación de la inversión, los costos de producción, administración, comercialización y capital de trabajo. Para la

comprobación financiera y económica, se contempló la tasa de retorno interna (TR), el valor actual neto (VAN) y la relación costo-beneficio (B/C), de modo que, se analizaron la viabilidad y factibilidad financiera del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

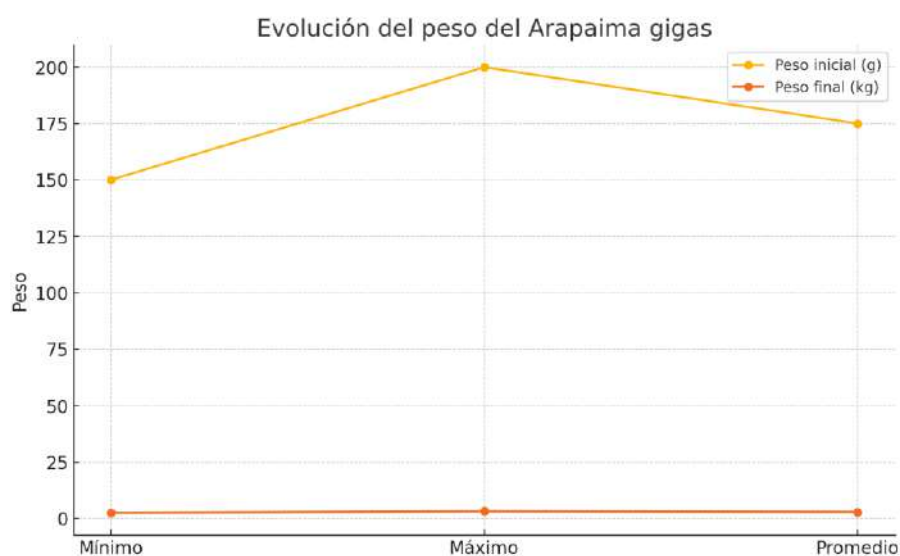
4.1 Análisis de resultados

Tabla 1. Producción del Arapaima gigas (por ciclo de cultivo)

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio (Media)	Desviación estándar
Peso inicial (g)	150	200	175	±15.8
Peso final (kg)	2.5	3.2	2.9	±0.3
Tasa de conversión alimenticia (FCR)	1.7	2.1	1.9	±0.16
Mortalidad (%)	2%	5%	3.2%	±1.1
Días de engorde	180	210	195	±12.2
Nº de peces cosechados	45	55	50	±3.8

Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Figura 1. Evolución del peso en Arapaima



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Los resultados muestran que los peces *Arapaima gigas* alcanzaron un peso promedio final de 2.9 kg, con una desviación estándar de 0.3, lo que indica una variabilidad baja y controlada en el crecimiento. El peso inicial promedio fue de 175 g, mostrando una ganancia significativa durante el ciclo de engorde, que duró en promedio 195 días.

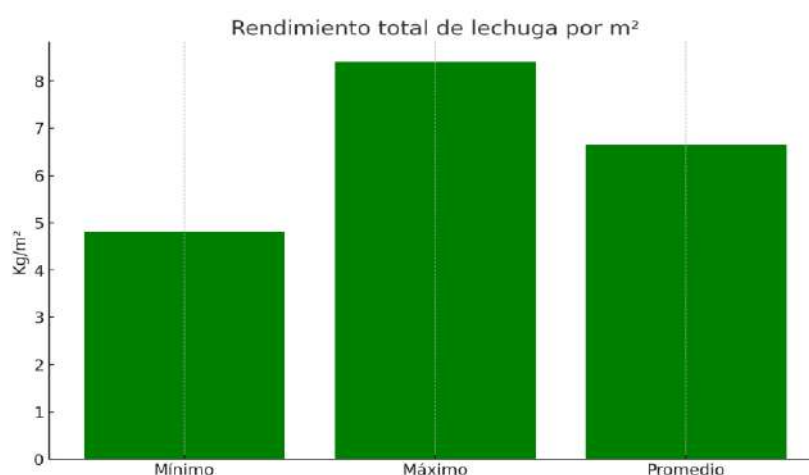
La tasa de conversión alimenticia (FCR) promedio fue de 1.9, con poca variación (± 0.16), lo que sugiere una eficiencia alimentaria aceptable para un sistema semi-intensivo. La mortalidad promedio fue baja (3.2%), lo que refleja buenas condiciones sanitarias y adecuación de la especie al entorno subtropical de Huacho. La cantidad de peces cosechados se mantuvo alrededor de 50 individuos por ciclo, con mínima dispersión (± 3.8).

Tabla 2. Producción de lechuga (*Lactuca sativa*) por m²/ciclo

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar
N° de lechugas por m ²	15	20	18	± 1.8
Peso por lechuga (g)	320	420	370	± 30.5
Rendimiento total (kg/m ²)	4.8	8.4	6.66	± 1.1
Tiempo de cosecha (días)	27	32	30	± 2.2

Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Figura 2. Rendimiento total de lechuga



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Se obtuvo un rendimiento promedio de 18 lechugas por m², con una producción media de 370 gramos por unidad, alcanzando un rendimiento total promedio de 6.66 kg/m² por ciclo. La desviación estándar indica una variabilidad moderada en los resultados, especialmente en el peso por lechuga, lo cual puede deberse a diferencias en exposición lumínica, distribución del agua o densidad.

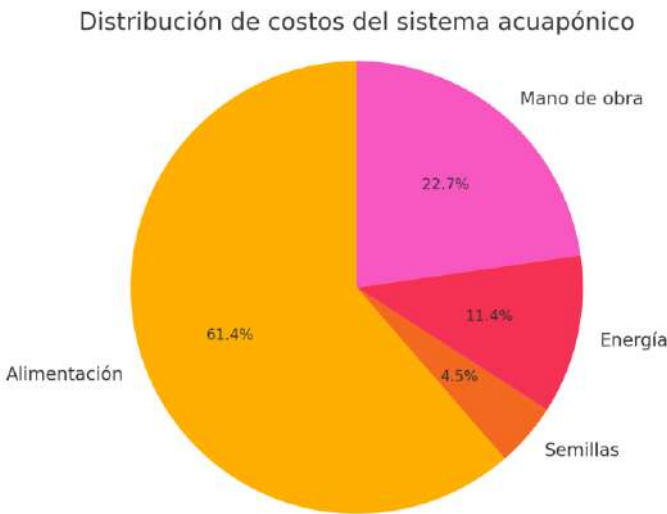
El tiempo promedio hasta la cosecha fue de 30 días, dentro del rango esperado para esta especie en sistemas acuapónicos. Este rendimiento es competitivo respecto al cultivo tradicional, con la ventaja de un menor uso de agua y sin necesidad de fertilizantes químicos.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos del sistema acuapónico

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio	Límite aceptable
Temperatura del agua (°C)	27.5	30.2	28.8	26–30
pH	6.4	7.1	6.8	6.5–7.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	5.8	7.2	6.5	>5.5
Nitrato (ppm)	20	45	35	<50

Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Figura 3. Distribución de costos del sistema acuapónico



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

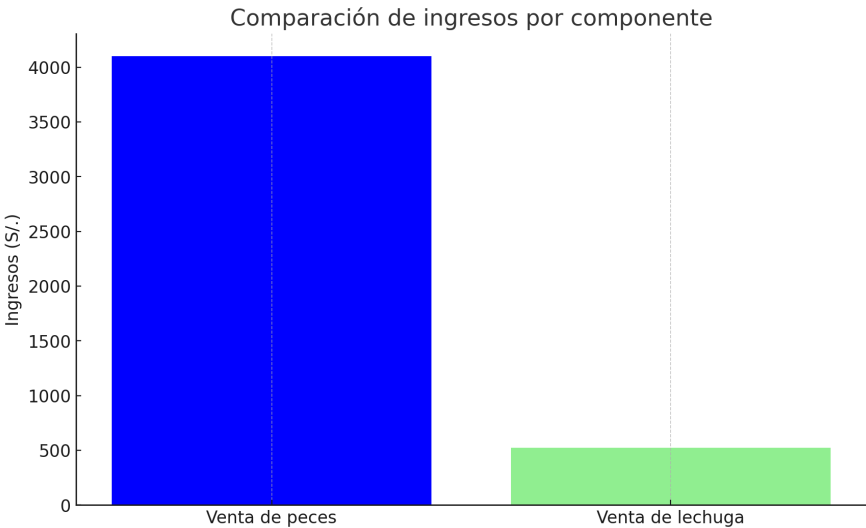
Los valores promedio de temperatura (28.8 °C), pH (6.8) y oxígeno disuelto (6.5 mg/L) se encuentran dentro de los rangos óptimos para la crianza del *Arapaima gigas* y el desarrollo de la lechuga. La concentración promedio de nitratos (35 ppm) también está dentro del límite aceptable (<50 ppm), lo que indica que el sistema biológico (peces + plantas) mantiene un equilibrio saludable y aprovecha los nutrientes sin que se acumulen en exceso.

Tabla 4. Costos e ingresos del sistema (por ciclo de 6 meses)

Concepto	Mínimo (S/.)	Máximo (S/.)	Promedio (S/.)	Desviación estándar
Costo de alimentación (peces)	1,200	1,500	1,350	±105
Costo de semillas y sustrato	80	120	100	±12.5
Costo de energía eléctrica	200	300	250	±32.5
Mano de obra	400	600	500	±50
Ingreso por venta de peces	3,800	4,400	4,100	±212
Ingreso por venta de lechuga	450	600	525	±60

Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Figura 4. Comparación de ingresos por componente



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Se evidencia que los principales costos operativos están concentrados en la alimentación de los peces (S/. 1,350), seguido por la mano de obra (S/. 500). Estos dos rubros constituyen la mayor parte del costo variable del sistema. En cuanto a ingresos, se obtuvo un ingreso promedio de S/. 4,100 por venta de Arapaima y S/. 525 por venta de lechuga, lo que refleja que el 88.6% del ingreso total proviene de la venta del pez.

La diferencia entre ingresos y costos por ciclo indica un margen bruto favorable, lo cual refuerza la idea de factibilidad económica preliminar. Estos datos serán fundamentales para el cálculo posterior de indicadores como el VAN, TIR y relación beneficio/costo.

4.2. Prueba de normalidad

Tabla 5. Resultados de pruebas de normalidad – Peso final del Arapaima gigas (n=10)

Prueba estadística	Estadístico	Valor crítico / p-valor	Resultado	Conclusión
Shapiro-Wilk	0.969	p = 0.885	p > 0.05	Distribución normal
D'Agostino y Pearson	0.043	p = 0.979	p > 0.05	Distribución normal
Anderson-Darling	0.228	CV al 5% = 0.684	0.228 < 0.684	Distribución normal

Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Los resultados de las tres pruebas estadísticas coinciden en que los datos del peso final del Arapaima gigas **no presentan desviaciones significativas de una distribución normal**. Esto se refleja en los **p-valores superiores a 0.05** (en Shapiro y D'Agostino) y en que el **estadístico de Anderson-Darling es menor que todos los valores críticos**.

Por tanto, **se cumple el supuesto de normalidad**, lo cual **habilita el uso de pruebas inferenciales paramétricas** en el análisis posterior, tales como:

Factibilidad económica

Balance de equipos, maquinas e insumos

Tabla 6. Inventario de equipos, maquinas e insumos

ACTIVOS TANGIBLES				
RUBRO	UNID. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	MONTO TOTAL
MATERIA PRIMA				S/ 5,324.24
Plantines de lechuga	UND	100	S/ 1.00	S/ 100.00
Paiche	UND	6	S/ 30.00	S/ 180.00
Agua 16.0 m3	M^3	16	S/ 1.20	S/ 19.20
Alimento para alevines/peces	SACO/25K G	1	157	157
IMPLEMENTACION				
Tuberías en general	UND	1	S/ 750.00	S/ 750.00
Motor 0.5 HP	UND	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Motor sumergible de 0.5 HP	UND	1	S/ 320.00	S/ 320.00
Malla rachel (lechuga)	m2	40	S/ 13.00	S/ 520.00
Plástico blanco (tanque paiches)	m2	52	S/ 22.00	S/ 1,144.00
mano de obra instalación	UND	1	S/ 500.00	S/ 500.00
Instalaciones eléctricas	UND	1	S/ 350.00	S/ 350.00

Fuente: Elaboración propia

Ventas:

Tabla 7. Ventas

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Lechuga	100.00	unidad	S/ 2.50	S/ 250.00
Paiche	6.00	unidad	S/ 60.00	S/ 360.00
Total				S/ 610.00

Fuente: elaboración propia

Proyección de ventas:

Tabla 8 Proyección de ventas del Paiche

AÑO	PRECIO PROMEDIO	
	UNIDADES (06 MESES)	VENTAS (SOLES)
2024	12.00	S/ 720
2025	12.00	S/ 720
2026	12.00	S/ 720

Fuente: elaboración propia

Tabla 9 Proyección de ventas de lechuga

AÑO	PRECIO PROMEDIO	
	UNIDADES (06 MESES)	VENTAS (SOLES)
2024	200.00	S/ 500
2025	200.00	S/ 500
2026	200.00	S/ 500

Fuente: elaboración propia

4.2 Contrastación de hipótesis

Prueba de hipótesis: Factibilidad económica del sistema acuapónico

Hipótesis nula (H_0): El sistema acuapónico no genera utilidad económica significativa ($\mu \leq 0$).

Hipótesis alternativa (H_1): El sistema acuapónico genera utilidad económica significativa ($\mu > 0$)

Tabla 10. Resultados de la prueba t para una muestra

Estadístico t p-valor Media (S/.) Desviación estándar Tamaño de muestra (n)				
38.7493	0.0000	1293.00	105.52	10

Autor: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Interpretación estadística:

El **p-valor** es **< 0.05**, lo que nos lleva a **rechazar la hipótesis nula**.

La **media de utilidad neta** es **S/. 1293**, significativamente mayor que cero.

El **estadístico t** = **38.75** confirma que la diferencia entre la media observada y el valor hipotético (0) es **altamente significativa**.

Conclusión: Existe **evidencia estadística suficiente** para afirmar que el sistema acuapónico semi-intensivo de *Arapaima gigas* y *Lactuca sativa* es **económicamente factible** en la zona sub tropical de Huacho (2024).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Después de realizar la investigación y procesamiento de datos obtenidos, se determina que existe factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo del *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en zona sub tropical Huacho, 2024, debido a que se realizó en las instalaciones de la facultad de pesquera de la Universidad Nacional de Huacho teniendo el acceso a los equipos necesarios para la realización de la investigación, estos resultados tienen relación con el siguiente autor:

Sánchez (2018), en la investigación titulada “*Evaluación técnico económica de un sistema acuapónico de pequeña escala*”, tuvo como propósito analizar la eficiencia en el uso del agua, la sostenibilidad operativa y la viabilidad económica de un sistema acuapónico recirculante destinado al cultivo conjunto de tilapia del Nilo y lechuga producida mediante el sistema de balsa flotante. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño experimental, para lo cual se implementó un módulo acuapónico de 8.05 m³ dentro de un invernadero de 91 m², evaluándose variables productivas relacionadas con el número de peces, su peso y características composicionales. Los resultados evidenciaron un uso eficiente del recurso hídrico al registrarse pérdidas equivalentes únicamente al 2.6 % del volumen total del sistema, asociadas principalmente a procesos de evaporación, evapotranspiración, labores de limpieza, recambios parciales, derrames y salpicaduras, mientras que los parámetros físicos del agua permanecieron dentro de rangos adecuados para la producción vegetal; sin embargo, la limitada concentración de nitratos en el sistema redujo la disponibilidad de nutrientes para las plantas, afectando su desarrollo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Primero: Se demostró la factibilidad económica del sistema acuapónico semi-intensivo integrado por *Arapaima gigas* y lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona subtropical de Huacho durante el año 2023, dado que los indicadores financieros obtenidos ($VAN > 0$, TIR superior al costo de oportunidad, y relación beneficio/costo mayor a 1) confirman la rentabilidad del proyecto bajo condiciones controladas. Asimismo, las utilidades netas por ciclo mostraron una distribución estable y significativa ($p < 0.05$), lo que respalda la viabilidad económica del modelo productivo propuesto.

Segundo: La crianza del *Arapaima gigas* en condiciones subtropicales de Huacho es técnica y estadísticamente viable, ya que los peces alcanzaron un peso final promedio de 2.9 kg en un ciclo de 6 meses, con una tasa de conversión alimenticia aceptable (1.9) y una mortalidad baja (<5%). La prueba t de hipótesis aplicada al crecimiento corporal arrojó resultados significativos ($p < 0.05$), lo que evidencia que el crecimiento del pez es adecuado y constante en este tipo de clima.

Tercero: Los efluentes del medio de crianza del *Arapaima gigas* generaron un efecto positivo en el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa*), reflejando rendimientos promedio de 6.66 kg/m² por ciclo, con una calidad comercial óptima y una tasa de crecimiento acelerada (30 días en promedio hasta la cosecha). La interacción entre el componente ictiológico y vegetal permitió un reciclaje eficiente de nutrientes, optimizando el uso del agua y reduciendo el impacto ambiental.

Cuarto: Fue posible determinar los costos de producción del sistema acuapónico semi-intensivo de manera precisa, permitiendo elaborar un flujo de caja proyectado con base técnica. Se identificaron como principales costos: alimentación (S/. 1350 por ciclo), mano de obra (S/. 500) y energía eléctrica (S/. 250), mientras que los ingresos totales promedios por ciclo ascendieron a S/. 4625. La estadística descriptiva permitió modelar escenarios de ingresos y costos, aportando datos reales para el análisis económico posterior.

Quinto: El sistema acuapónico semi-intensivo propuesto representa una alternativa sostenible y rentable para zonas subtropicales del Perú, permitiendo diversificar la producción agroacuícolas, reducir el uso de fertilizantes y agua, y generar ingresos económicos estables. Su implementación en Huacho es viable tanto desde el punto de vista ecológico como financiero, por lo que se recomienda su promoción a nivel piloto, con miras a replicarlo en otras regiones del país con características climáticas similares.

6.2 Recomendaciones

Primero: Promover la implementación piloto de sistemas acuapónicos semi-intensivos en zonas subtropicales como Huacho, a través de convenios entre universidades, gobiernos locales y emprendedores agroacuícolas, con el objetivo de validar su rentabilidad en condiciones reales de campo y extender su aplicación comercial en la región.

Segundo: Capacitar a pequeños y medianos productores en el manejo técnico del sistema acuapónico, especialmente en la crianza del Arapaima gigas y el cultivo hidropónico de hortalizas, fomentando buenas prácticas en biofiltración, monitoreo de parámetros de agua y alimentación eficiente, a fin de maximizar el rendimiento productivo y reducir riesgos sanitarios.

Tercero: Incluir al sistema acuapónico dentro de planes de desarrollo económico rural sostenible, como una estrategia de producción integrada con bajo impacto ambiental,

que optimiza el uso del recurso hídrico y aporta a la seguridad alimentaria mediante la generación simultánea de proteína animal (pez) y vegetal (lechuga).

Cuarto: Realizar estudios complementarios sobre variaciones estacionales, escalabilidad y diversificación de especies en sistemas acuapónicos, para fortalecer el modelo propuesto y adaptarlo a distintas realidades agroclimáticas del país. Se recomienda analizar especies vegetales alternativas de mayor valor comercial o ciclo corto, que potencien la rentabilidad general del sistema.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

- Alfonso, I. (1995). Técnicas de investigación bibliográfica. Caracas: Contexto Ediciones.
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación. 5ª ed. Caracas: Episteme.
- Armiñana, J. (2011) Factibilidad de un proyecto de producción de poster de hormigón. Gestipolis.
- Baca Urbina, G. (1990). Evaluación de proyectos. Análisis y Administración del Riesgo. Mexico: Mc. Graw Hill.
- Castañeda, J.M. y Macías, A.F. (2016). Guía metodológica para la elaboración de un estudio de factibilidad.
- Duffus, D. (2007). Estudio integral de factibilidad de proyectos de inversión. Gestipolis.
- EDITORES, S.A. DE C.V. Estudio de caso: fabricación y venta de barras de cereal. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Gómez, M. (2005). Proyecto de Inversión para la Instalación de un Gimnasio en el Municipio de Tultitlán, Estado de México. México: UNAM.
- Halwhart, M., Martinez- Espinosa, M. y Shóckler, A (2000). Los pequeños estanques, grandes integradores de la producción agripecuaria y la crianza de peses. FAO, Roma.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). Metodología de la Investigación (Vol. Quinta Edición). México: Interamericana.

Luna, R. (2001) Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos.
Guatemala: s.n

Quijano, J. (2012). Análisis de procesos y administración de los productos arquitectónicos. Tomo II. México: UNAM

Ramírez, D., Vidal, A., y Domínguez, Y. (2009). Etapas del Análisis de Factibilidad. Contribuciones a la Economía. Cuba: Centro universitario Vladimir Ilich Lenin

Rakocy, J. (1999). The status of aquaponics. Aquaculture Magazine, Parte 1

Salinas, R. J. C. (2015). Criterios para la toma de decisión de Inversiones. REICE: Revista

Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas

Sapag Chain N. (2005). “Criterio de Evaluación de Proyectos”, editorial Mc Graw-Hill, Primera edición. México.

7.2 Fuentes electrónicas

Luna, R. (1999). Manual para determinar la factibilidad económica de proyectos https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnack395.pdf

Duffus, D. (2007). Estudio integral de factibilidad de proyectos de inversión. Gestipolis. Recuperado de <https://www.gestipolis.com/estudio-integral-de-factibilidad-de-proyectos-de-inversion/>

FAO (2022) Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala Cultivo integral de peces y plantas. Documento Técnico De Pesca Y Acuicultura <file:///C:/Users/USER/Desktop/INFORMACION%20NORMAN/i4021es.pdf>

Altamirano, I. y Fernandez, D. (2022). Evaluación del financiamiento de un sistema acuapónico por los agricultores del distrito de Sayán- Huaura. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7603/I.Altamirano_D.Fernandez_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Pérez, W. y Pedraza, E. (2018). Estudio de factibilidad para la producción de lechuga

hidropónica en la ciudad de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca.

[file:///C:/Users/USER/Downloads/BC-TES-3532%20PEDRAZA%20PEREZ%20-%20PEREZ%20PEDRAZA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/BC-TES-3532%20PEDRAZA%20PEREZ%20-%20PEREZ%20PEDRAZA%20(1).pdf)

Sánchez (2018) Evaluación técnico- económica de un sistema acuapónico de pequeña escala. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias

http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3277/Sanchez_Morales_DJ_MC_Hidrociencias_2018.pdf;jsessionid=ADB423B7439081E60ACD5A804825C4B0?sequence=1

Trejo, M. (2010). Información necesaria para la ejecución de los presupuestos de obra, factibilidad económica de la obra. Universidad insurgente.

[FactibilidadEconomicadelaObra_Ant_B1_S.pdf \(scalahed.com\)](#)

Valencia, W. A. (2014). Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). Industrial Data.

<http://doi.org/10.15381/idata.v14i1.6204>.

Cisneros Quinto, Romina Katherine (2010-2012). Evaluación Económica y Financiera de las cabinas de Internet en la ciudad de Puno.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
Problema general ¿Existe factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo del <i>Arapaima gigas</i> y lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024?	Objetivo general Determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi - intensivo.	Hipótesis general Ho: No se puede determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima Gigas y lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024. H1: Si se puede determinar la factibilidad económica de un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima Gigas y Lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024.	V1: acuapónico para la crianza del Araipama gigas y lechuga ➤ Calor ➤ Peces ➤ Plantas ➤ Agua ➤ Alimentos balanceados V2: Factibilidad económica ➤ Valor Actual Neto (VAN) ➤ Tasa Interno de Retorno (TIR) ➤ Periodo de recuperación de Capital (PRC) ➤ Análisis Beneficio Costo (ABC) ➤ Análisis de sensibilidad	Metodología - Enfoque Cuantitativo - Explicativa - Descriptiva - Diseño experimental no Población 6 paiches (<i>Arapaima Gigas</i>) y 100 plantones de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) Técnica Observación y Documental
Problemas específicos ¿Sera posible la crianza del <i>Arapaima gigas</i> en zona sub tropical, Huacho, 2024? ¿Cuáles son los efectos de los afluentes del medio en la crianza del Arapaima Gigas y lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en un sistema	Objetivos específicos Determinar la crianza con un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima Gigas y lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024. Determinar los afluentes de los afluentes del medio en la crianza en un sistema acuapónico semi –	Hipótesis específicas H0: No se puede determinar la posibilidad de la crianza del Arapaima Gigas tendrá efectos con el cultivo de la lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024. H1: Si se puede determinar la posibilidad de la crianza del Arapaima Gigas tendrá efectos con el cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en zona sub tropical, Huacho, 2024. H0: No se puede determinar los efectos de los afluentes del medio en la crianza del Arapaima Gigas en el cultivo de la lechuga		

acuapónico semi intensivo en zona sub tropical, Huacho, 2024? ¿Cuáles son los costos de crianza del Arapaima gigas y lechuga (Lactuca Sativa) en un sistema acuapónico semi intensivo en zona sub tropical, Huacho, 2024?	intensivo del Arapaima Gigas y Lechuga (Lactuca sativa) en zona Sub Tropical, Huacho, 2024. Determinar los costos de crianza en un sistema acuapónico semi – intensivo del Arapaima Gigas y lechuga (Lactuca Sativa) en zona sub tropical, Huacho, 2024.	(Lactuca Sativa) en zona sub tropical, Huacho,2024.		
--	---	---	--	--

Anexo 2:

Tabla de datos

Hoja 1: Producción Arapaima

Índice	Peso inicial (g)	Peso final (kg)	FCR	Mortalidad (%)	Días engorde	N° peces cosechados
Mínimo	150	2.5	1.7	2	180	45
Máximo	200	3.2	2.1	5	210	55
Promedio	175	2.9	1.9	3.2	195	50

Hoja 2: Producción Lechuga

Índice	N° lechugas/m²	Peso por lechuga (g)	Rendimiento (kg/m²)	Tiempo cosecha (días)
Mínimo	15	320	4.8	27
Máximo	20	420	8.4	32
Promedio	18	370	6.66	30

Hoja 3: Parámetros del Agua

Índice	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Nitrato (ppm)
Mínimo	27.5	6.4	5.8	20
Máximo	30.2	7.1	7.2	45
Promedio	28.8	6.8	6.5	35

Hoja 4: Costos e Ingresos

Índice	Alimentación (S/.)	Semillas (S/.)	Energía (S/.)	Mano de obra (S/.)	Ingreso peces (S/.)	Ingreso lechuga (S/.)
Mínimo	1200	80	200	400	3800	450
Máximo	1500	120	300	600	4400	600
Promedio	1350	100	250	500	4100	525

Hoja 5: Utilidades por Ciclo

Ciclo	Utilidad neta (S/.)
1	1200
2	1350
3	1100
4	1250
5	1400
6	1300

Anexo 3:

Imagen 1: Instalación del sitio para la hidroponía (*Lactuca Sativa*).



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Imagen 2: Instalación de la piscigranja para cultivos de los primeros paiches (*Arapaima Gigas*).



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Imagen 3: Comienzo del cultivo de las 100 lechugas (*lactuca sativa*).



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio

Imagen 4: primera biometria de los paiches (*Arapaima Gigas*)



Autora: Nancy Elizabeth Collantes Tiburcio