

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABI**

Carrera de Biología



**PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO**

TÍTULO:

ANÁLISIS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE *CHAME (DORMITADOR
LATIFRONS)* EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO SEMI-INTENSIVO EN PEDERNALES

AUTOR (A)

JAMA BONE EDISON RENE

TUTOR (A)

BLG. CECIBEL TENELEMA

PEDERNALES – ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica

Que el trabajo de carrera de modalidad proyecto de investigación titulado: **Análisis de parámetros productivos de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales** realizado y concluido por el Sr. Jama Bone Edison Rene ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 4 de Septiembre 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Ing. Derli Ayava Rosado, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Henry Intriago, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Dra. Paola Alvarado, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutora de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante JAMA BONE EDISON RENE, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2025-I, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Análisis de parámetros productivos de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 4 de Septiembre 2025.

Lo certifico,


Blga. Cecibel M. Tenelema Delgado, Msc.

Docente Tutora

Área:

Biología

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

FACULTA DE CIENCIAS DEL MAR

Extensión Pedernales

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Jama Bone Edison Rene, con cédula de identidad No. 1313986224, declaro que el presente trabajo de titulación “Análisis de parámetros productivos de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 4 de Septiembre 2025



Jama Bone Edison Rene

C.I.: 1313986224

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primera mente a Dios por darme sabiduría y cocimientos, en todo el transcurso de mi aprendizaje.

A mis padres,

Porque son el pilar fundamental de mi vida. Gracias a su amor incondicional, su esfuerzo incansable, sus sabios consejos y hasta sus regaños llenos de enseñanzas, hoy puedo estar aquí, dando un paso más hacia mis sueños. Su ejemplo, su apoyo constante y su fe en mí han sido la fuerza que me ha impulsado a crecer como persona y a forjarme como futuro profesional. Esta meta también es suya.

A mi querida Joseline De la Cruz, quien ha sido faro en mis días oscuros y sonrisa en mis momentos de duda. Gracias por ser mi refugio, por abrazarme con tu presencia en medio de la tormenta y por regalarme alegría cuando más la necesitaba. Tu motivación inquebrantable, tu fe en mí y tu apoyo constante han sido fuerzas esenciales que me han impulsado a seguir adelante, a no rendirme y a dar lo mejor de mí en este camino y en la vida.

A mi familia, fuente de fortaleza y amor en cada paso de mi vida. Y en especial a mi hermano Efraín Jama, por estar siempre presente con su apoyo y motivación, su confianza en mí y su ayuda constante en cada etapa de este proceso. Su compañía y respaldo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por el regalo invaluable de la vida, por acompañarme cada día con su luz y fortaleza, por sostenerme en los momentos difíciles y darme el aliento necesario para no rendirme.

Agradeciendo a Rosa Bone Marquez y mi Padre Fernando Jama Chere por apoyarme en mis estudios y aconsejándome cada día, dándome ánimos de poder cumplir mis metas y sueños, a pesar de cada una de las dificultades que he pasado en esta vida me han sabido apoyar y aconsejar dándome fuerzas para no rendirme.

A mi hijo. Dariel Fernando Jama y a mi esposa Joseline De la cruz por apoyarme en mi estudio y poder vencer cada una de las dificultades que se nos presenta en la vida.

A mi tutura de tesis Blga. Cecibel Tenelema por su valiosa guía, por cada enseñanza compartida y por los consejos que me han acompañado a lo largo de este proceso. Gracias también por los momentos de alegría, las risas compartidas. Su dedicación, tanto en la investigación como en las clases, ha contribuido de forma significativa a mi formación personal y profesional.

A cada uno de los estudiantes de la carrera de Biología del sexto semestre, les expreso mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado durante el desarrollo de mi investigación. Espero que hayan encontrado valiosas las enseñanzas compartidas y que lo aprendido en este trabajo contribuya positivamente a su formación académica y profesional.

RESUMEN

En el Ecuador, el cultivo de chame (*Dormitator latifrons*), una especie autóctona de las costas del Pacífico ha ganado importancia como opción sustentable para la acuicultura. Su resistencia, capacidad de adaptación y escasa necesidad nutricional lo hacen un recurso con gran potencial productivo, particularmente en sistemas de producción integrados como la acuaponía. Este análisis evaluó los parámetros de producción del chame en un sistema semi-intensivo de acuicultura, aplicado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, área de extensión Pedernales. Para este propósito, se emplearon dos densidades de siembra (25 y 50 peces/1m³) con el objetivo de examinar su impacto en factores como el crecimiento, la transformación alimenticia y la supervivencia, además de los parámetros fisicoquímicos del agua. Los chames cultivados en menor densidad (25 peces/m³) presentaron mayor crecimiento y supervivencia, alcanzando hasta un 88% de sobrevivencia. En la densidad más alta (50 peces/m³) se registraron altos niveles de mortalidad (87%) y menor ganancia de peso, evidenciando efectos de hacinamiento y estrés. Los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de rangos adecuados, pero sus variaciones influyeron directamente en la supervivencia y el rendimiento productivo.

Palabras claves: Cultivo, Temperatura, Salinidad, PH, Crecimiento, Mortalidad, Longitud, Adaptabilidad.

ABSTRACT

In Ecuador, the cultivation of chame (*Dormitator latifrons*), a species native to the Pacific coast, has gained importance as a sustainable aquaculture option. Its resilience, adaptability, and low nutritional requirements make it a resource with great productive potential, particularly in integrated production systems such as aquaponics. This analysis evaluated chame production parameters in a semi-intensive aquaculture system implemented at the Universidad Laica Eloy Alfaro in Manabí, in the Pedernales extension area. For this purpose, two stocking densities (25 and 50 fish/m³) were used to examine their impact on factors such as growth, nutritional transformation, and survival, in addition to the physicochemical parameters of the water. The chames cultured at lower densities (25 fish/m³) showed greater growth and survival, reaching up to 88%. At the highest densities (50 fish/m³), high mortality rates (87%) and lower weight gain were recorded, reflecting the effects of overcrowding and stress. The physicochemical parameters of the water remained within adequate ranges, but variations in these parameters directly influenced survival and production performance.

Keywords: Cultivation, Temperature, Salinity, pH, Growth, Mortality, Length, Adaptability.

Tabla de Contenido

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	III
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Árbol problemático	3
1.2.2 Identificación De Variables	4
1.2.2.1. Variables independiente	4
1.2.2.2 Variables dependiente	4
1.2.2.3 Formulación del problema	4
1.3.1 Hipótesis Nula (H0):	4
1.3.2 Hipótesis Alternativa (H1):	5
1.4 Objetivos del proyecto de investigacion	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Justificación del proyecto	6
1.6 Marco teórico	7
1.6.1 Antecedentes	7
1.6.1.1 Historia de la acuaponía	7
1.6.1.2 Acuaponía a nivel mundial	7
1.6.1.3 Acuaponía a nivel nacional	8
1.6.1.4 La Acuaponía	9
1.6.1.5 El Chame (<i>Dormitator latifrons</i>).....	9
1.7 Biología del (<i>Dormitator latifrons</i>).....	11
1.7.1Taxonomía.....	11
1.7.2 Características Anatómicas y Fisiológicas Básicas de (<i>Dormitator latifrons</i>).....	11
1.7.3 Cabeza	11
1.7.4 Cuerpo.....	12
1.7.5 Músculos.....	12
	IX

1.7.6 Esqueleto	12
1.7.7 Hábitat.....	13
1.7.8 Hábitos alimenticios.....	13
1.7.9 Cria y engorde	14
1.7.10 Sistema reproductor.....	14
1.7.11 Densidades	15
1.8 Descripción del Sistema Semi-Intensivo	15
2.7.Operacionalización de variables	17
CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS).....	18
2.1 Enfoque de la investigación	18
2.2 Diseño de la investigación	19
2.2.1Diseño Experimental	19
2.3 Tipo de investigación	19
2.4 Método de investigación	20
2.4.1 Area de estudio.....	20
2.5 Población y/o Muestra	21
2.6.1 Materiales y Equipo.....	22
2.7 Parámetros Evaluados	23
2.7.1 Evaluación de parámetros físico químico del agua	24
2.8 Tiempo de Siembra	25
2.9 Fertilización y llenado de los Tanques	25
2.11 Analisis de datos	29
CAPITULO 3: RESULTADOS	33
3.1.1 Analisis las tasas de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia del chame (<i>Dormitados latifrons</i>) en un sistema acuapónico semi-intensivo.	33
3.1.1.2Descripción del Analisis de tasa de crecimiento.....	33
3.1.1.3Factor de conversión alimenticia	35
3.1.1.4 Supervivencia del chame.....	36
3.1.1.5 Ganancia de peso	38
3.1.1.6 Biomasa total	39
3.1.2 Analisis los parámetros fisicoquímicos: de cultivos de chame en dos densidades diferentes para determinar su calidad de agua	40
3.1.3 Determinación los parámetros productivos del chame (<i>Dormitados latifrons</i>) en un sistema acuapónico semi-intensivo (Evaluar la rentabilidad)	49
Discusión	52
Respuesta a la pregunta de Investigación	53

Conclusión	55
Recomendaciones.....	56
.....Bibliografía	1
ANEXOS	6

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía del chame (<i>Dormitator latifrons</i>)	11
Tabla 2. Operacionalización de variable.	17
Tabla 3. Tabla alimenticia del balanceado suministrado.....	29
Tabla 4. Tasa de crecimiento específico semanal.....	33
Tabla 5. Factor de conversión alimenticia.	36
Tabla 6. Supervivencia del chame	36
Tabla 7. Pesos promedios de chame.	39
Tabla 8. Biomasa total de chame.....	39
Tabla 9. Toma de datos de tratamiento (1)T(A).....	40
Tabla 10. Toma de datos de tratamiento (1)T(B).	41
Tabla 11. Toma de datos de tratamiento (2)T(A).	41
Tabla 12 Toma de datos tratamiento (2)T(B).	41
Tabla 13. Analisis de calidad del agua del sistema acuapónico tratamiento 1.....	47
Tabla 14. Analisis de calidad de agua del sistema acuapónico tratamiento 2.....	48
Tabla 15. Costo de producción de chame tratamiento 1.	50

Tabla 16. Costo de distribución.....	50
Tabla 17. Costo de producción.....	50
Tabla 18. Costo total unitario.....	50
Tabla 19. Costo de producción de chame tratamiento 2.	51
Tabla 20. Costo de distribución.....	51
Tabla 21. Costo de producción.....	51
Tabla 22. Costo total unitario.....	51

Indice de Figuras

Figura 1. Árbol problemático.....	3
Figura 2. Chame (<i>Dormitator latifrons</i>).....	10
Figura 3. Mapa de la zona del experimento de investigación.	21
Figura 4. Tasa de crecimiento.	34
Figura 5. Tasa de Crecimiento Especifico (SGR).	35
Figura 6. Supervivencia.	38
Figura 7. Toma de los datos de Tratamiento (1)T(A).	43
Figura 8. Toma de datos de tratamiento (1)T(B).	44
Figura 9. Toma de datos de tratamiento (2)T(A).	45
Figura 10. Toma de datos de tratamiento (2)T(B).	46

Indice de Anexo

Anexo 1. Modelo 3D del sistema Acuapónico semi-intensivo.	6
Anexo 2. Proceso de aclimatación de chame (<i>Dormitator latifrons</i>).	6
Anexo 3. Adaptabilidad del chame y alimentacion suministrada	7
Anexo 4. Recirculación.....	7
Anexo 5. Registro de datos.....	8
Anexo 6. Toma de datos multiparámetro.	9
Anexo 7. Alimentos y vitamina.	10
Anexo 8. Peróxido de hidrogeno al 30%.	10

CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La acuaponía, en su conjunto de producción acuícola y vegetal, ha ganado una importancia significativa en el ámbito de la agricultura sustentable. Esta tecnología posibilita la utilización eficaz del agua y los nutrientes, al reutilizar los residuos producidos por los peces como fertilizante natural para la agricultura. Esta sinergia brinda beneficios ecológicos y económicos, particularmente en zonas donde el acceso al agua es restringido y se necesitan opciones sustentables para la producción de alimentos (Aguilar *et al.*, 2021).

En este marco, el chame (*Dormitator latifrons*), una especie autóctona de la zona costera del Pacífico constituye una alternativa factible para su cultivo en sistemas acuapónicos por su resistencia, crecimiento adaptable y escasa necesidad de nutrición. No obstante, faltan investigaciones locales que midan su rendimiento productivo en circunstancias semi-intensivas, especialmente bajo distintas densidades de siembra (Montegero & Vallejo, 2015).

Debido a la creciente escasez de agua dulce y los efectos negativos sobre el medio ambiente a nivel global, se hace cada vez más necesario implementar sistemas acuícolas con alta eficiencia. En este contexto, la acuaponía surge como una opción sostenible, ya que permite disminuir hasta en un 90% el uso de agua en comparación con los sistemas tradicionales de cultivo de peces. Además, minimiza el impacto ambiental mediante la reutilización de los desechos generados en la acuicultura. Esto la convierte en una solución favorable tanto para los acuicultores, que enfrentan el desafío de eliminar aguas con altos niveles de nitrógeno, como para los agricultores, que requieren este nutriente esencial para el desarrollo de sus cultivos (Leal, 2017).

En el caso de Ecuador, si existen sistemas semi-intensivos en las regiones de Esmeraldas, Guayas y Santa Elena que utilizan sistemas semi-intensivos con diferentes tipos de especies, particularmente en proyectos de piscicultura comunitaria y familiar (Leal, 2017).

1.2 Planteamiento del problema

La tierra y el agua son elementos vitales para la existencia en la tierra, sin embargo, las presiones humanas están reduciendo su disponibilidad a niveles críticos. Esto podría resultar en la disminución de áreas cultivables, generar fluctuaciones en los precios de los alimentos y empujar a millones de personas hacia condiciones de pobreza. (Martinez, 2021).

América Latina posee numerosas especies nativas con alto potencial para la acuicultura en Ecuador se registran 1.716 especies, de las cuales 951 son de agua dulce, lo que representa una alternativa conservacionista y ambientalmente sostenible frente a la producción intensiva a gran escala. La familia Eleotridae es la principal, conformada por diversos peces que habitan la costa de México, entre los cuales se encuentra el género *Dormitator*. En el océano Pacífico, este género está representado por la especie *Dormitator latifrons*, conocida a nivel mundial como el dormilón gordo del Pacífico (Bravo, 2019).

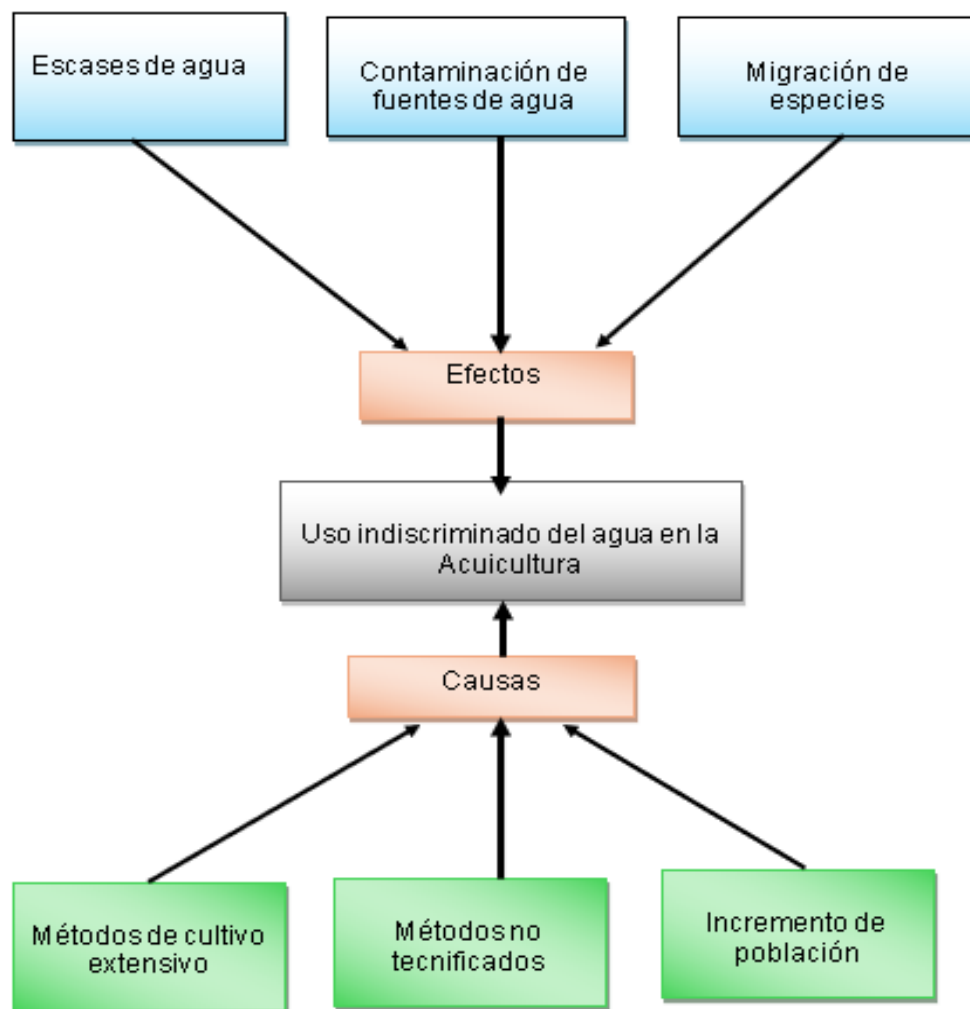
El chame (*Dormitator latifrons*) habita desde el Golfo de California hasta Perú, en aguas salobres y turbias cercanas al mar, destacándose por su alta resistencia a bajos niveles de oxígeno y a cambios significativos de salinidad y temperatura (Bravo, 2019).

La acuaponía surge como una opción agro-productiva sustentable, al fusionar la crianza de peces con el cultivo de plantas en un circuito cerrado, en el que los residuos producidos por los

peces proporcionan nutrientes esenciales que son aprovechados por las plantas para su crecimiento. Este sistema no solo disminuye la utilización de agua y productos químicos, sino que también favorece una eficiencia superior en espacios de tamaño reducido(Aguilar *et al.*, 2021).

1.2.1 Árbol problemático

Figura 1. *Árbol problemático.*



Auditoria Propia.

1.2.2 Identificación De Variables

1.2.2.1. Variables independiente

- Parámetros de calidad de agua
- Densidad de siembra.

1.2.2.2 Variables dependiente

- Tasa de crecimiento
- Supervivencia
- Rentabilidad

1.2.2.3 Formulación del problema

¿Cómo afectan la densidad de siembra y los parámetros del agua en la supervivencia del chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo con tanques de 1000 Lt³ Pedernales?

1.3. Hipótesis

1.3.1 Hipótesis Nula (H0):

Los parámetros de densidad de siembra y calidad de agua no tienen un efecto significativo en la tasa de crecimiento y la supervivencia del chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales

1.3.2 Hipótesis Alternativa (H1):

Los parámetros de densidad de siembra y calidad de agua tienen un efecto significativo en la tasa de crecimiento y la supervivencia del chame (*Dormitator latinfrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales

1.4 Objetivos del proyecto de investigacion

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar parámetros productivos de chame (*Dormitator latinfrons*) en base a la densidad de siembra en sistema acuapónico semi-intensivo, a análisis de parámetros productivos de chame (*Dormitator latinfrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo en Pedernales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las tasas de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia del chame (*Dormitados latinfrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo.
- Analizar los parámetros físicoquímicos de cultivos de chame en dos densidades diferentes para determinar su calidad de agua.
- Determinar los parámetros productivos del chame (*Dormitator latinfrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo (Evaluar la rentabilidad).

1.5 Justificación del proyecto

La cría de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema semi-intensivo, acuapónico es crucial debido a su sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso del agua y producción de alimentos saludables sin químicos. Se optimizan los recursos al combinar la cría de peces con el cultivo de plantas, generando dos productos comerciales, pescado y vegetales. Además, el chame mejora la seguridad alimentaria y la salud de las comunidades como una fuente rica en proteínas, todo dentro de un modelo sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

La implementación de un sistema, acuapónico para la cría de chame (*Dormitator latifrons*) presenta una serie de beneficios económicos, ecológicos y sociales que justifican su desarrollo, especialmente en regiones donde la acuicultura y la producción agrícola son esenciales para la subsistencia y el desarrollo sostenible de comunidades, donde el agua es escasa y de bajos recursos. Actualmente, el agua se vuelve cada vez más escasa y difícil de obtener. La acuaponía combina la acuicultura (crianza de peces) y la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo), formando un ciclo cerrado en el que los desechos de los peces se aprovechan para nutrir las plantas.

Esta investigación tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre el cultivo semi-intensivo en el cantón Pedernales, promoviendo un equilibrio entre la producción y la sostenibilidad. Para lograrlo, se implementan prácticas como el reúso de agua y otras estrategias que fomentan un manejo responsable de los recursos y el aprovechamiento de residuos orgánicos. Los resultados obtenidos de esta investigación ayudarán no solo a mejorar los sistemas semi-intensivos también a realizar diferentes tipos de cultivo con diferentes tipos de especie que no se

hayan realizado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi cantón Pedernales y en un futuro ayudar en el crecimiento económico y cultura.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Antecedentes

1.6.1.1 Historia de la acuaponía

Se reconoce que la acuaponía tiene sus orígenes en Xochimilco, México, hace más de 2.500 años. Las chinampas, implementadas por la civilización azteca, constituyen agroecosistemas tradicionales capaces de generar una producción amplia y diversificada, lo que las posiciona como un referente de agricultura sostenible. Estas estructuras artificiales se conformaban a partir de sedimentos y agua, los cuales servían como insumos fundamentales para el cultivo, mientras que en los cuerpos hídricos circundantes coexistían múltiples organismos acuáticos (Agudelo, 2021).

Diversos estudios señalan que los orígenes de la acuaponía también se encuentran en la antigua China y Tailandia, donde era común cultivar arroz en campos inundados junto con peces, constituyendo un ejemplo temprano de sistemas acuapónicos. Este modelo se difundió por varias regiones de Asia y se empleaba principalmente para complementar la alimentación de las comunidades agrícolas (Martinez, 2021).

1.6.1.2 Acuaponía a nivel mundial

Actualmente, la acuaponía carece de instituciones que proporcionen datos precisos sobre su desarrollo y evolución. Organismos internacionales como la FAO no la distinguen de la

acuicultura en sus estadísticas, lo que sugiere que los sistemas acuapónicos se encuentran principalmente en proyectos de investigación universitarios y en algunos modelos comerciales de tamaño variable tanto en Latinoamérica como en otras regiones del mundo (Mendoza, 2025).

Frente a esta situación, resulta importante destacar que a nivel global existen múltiples proyectos acuapónicos que han impulsado el desarrollo y la expansión de este tipo de sistemas de producción alimentaria (Mendoza, 2025).

Uno de los proyectos acuapónicos pioneros a nivel mundial se desarrolló en Minnesota, Estados Unidos, a finales de 2015. La empresa Urban Organics, especializada en la producción de alimentos orgánicos en St. Paul, estableció una colaboración con la compañía global de tecnología acuífera Pentair. Esta alianza se enfocó en apoyar e impulsar un nuevo sector orientado a la producción de alimentos saludables, dirigido tanto a países en desarrollo, regiones con climas áridos, como a centros urbanos con limitaciones de espacio (Martinez, 2021).

1.6.1.3 Acuaponía a nivel nacional

A nivel nacional, los sistemas de acuaponía han probado ser unos de los más eficaces en los métodos de cultivo de la piscicultura, lo que los convierte en una de las opciones de producción altamente sustentables que ofrece ventajas al mejorar las condiciones socioeconómicas en las áreas donde se ubican estos sistemas. Así pues, la acuaponía se ha convertido en una alternativa como método alternativo en zonas donde la tierra es árida y las condiciones de los suelos son extremadamente contaminadas y no idóneas para la siembra de vegetales, lo que podría impactar los campos de siembra de hortalizas (Mendoza, 2025).

1.6.1.4 La Acuaponía

La acuaponía es una opción sustentable que disminuye el efecto ambiental del derramamiento de aguas residuales en cuerpos de agua. Esto se debe a la coexistencia de peces y plantas en un sistema de circulación de agua, en el que los peces aportan nutrientes a las plantas y las plantas procesan los residuos. Esta actividad fusiona la acuicultura y la hidroponía en un sistema cerrado, proporcionando ventajas económicas y ecológicas. La acuaponía no necesita fertilizantes, herbicidas o pesticidas y tiene la capacidad de producir grandes volúmenes de alimentos en un área reducida (Mendoza, 2025).

1.6.1.5 El Chame (*Dormitator latifrons*).

El *Dormitator latifrons*, conocido localmente como chame, se distribuye desde el sur de California hasta el norte de Perú. A diferencia de otras especies acuáticas cultivables, presenta una notable resistencia a variaciones en factores abióticos como la salinidad y la temperatura. Además, posee una eficiente conversión alimenticia que le permite incrementar su peso en menor tiempo en comparación con otros peces, lo que lo posiciona como una especie de alto potencial económico para el país (Freire, 20213).

Desde el ámbito comercial, el chame se distingue por la calidad de su carne, de textura firme y sabor agradable, lo que lo convierte en un producto valorado dentro de la gastronomía local. Presenta un bajo contenido de grasa y un desempeño de crecimiento adecuado bajo sistemas de manejo controlado, aunque su desarrollo resulta más lento en comparación con especies introducidas como la tilapia. Sin embargo, al tratarse de una especie nativa y con una demanda creciente en los mercados regionales, representa una alternativa sostenible y de alto potencial

económico, especialmente en programas de acuicultura y producción integrada (Hernandes, Universidad de Nariño Faculta de Ciencia Pecuarias Departamentos de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria En Produccion Acuicola Pasto-Colombia., 2017).

Ecuador donde se lleva a cabo una tarea de gran relevancia. En la piscicultura, se introducen una amplia gama de especies como la trucha. El Chame, especie originaria, ocupa una posición central, siendo la tilapia y la carpa las más destacadas, que cuenta con más de 50 cultivos de este en provincias como Chone, donde se presenta muy bien como una opción lucrativa debido a su carácter rentable, una forma de buena gestión, flexible a la región y de gran valor comercial (Haz, 2024).

Figura 2. *Chame (Dormitator latifrons).*



(Hernandes, Universidad de Nariño Faculta de Ciencia Pecuarias Departamentos de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria En Produccion Acuicola Pasto-Colombia., 2017).

1.7 Biología del (*Dormitator latifrons*)

1.7.1 Taxonomía

Tabla 1. *Taxonomía del chame (Dormitator latifrons).*

TAXONOMÍA	
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Chordata</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Subclase	<i>Neopterygii</i>
Orden	<i>Gobiiformes</i>
Suborden	<i>Gobioidei</i>
Familia	<i>Eleotridae</i>
Genero	<i>Dormitator</i>
Especie	<i>Dormitator latifrons</i>

Auditoria propia.

1.7.2 Características Anatómicas y Fisiológicas Básicas de (*Dormitator latifrons*).

1.7.3 Cabeza

La cabeza delo Chame es amplia y está ubicada en la parte posterior del cuerpo. En ella se ubican algunos órganos sensoriales, los ojos son laterales, la boca tiene una mandíbula de la misma longitud, los dientes están aplastados en ápices, el órgano olfatorio, auditivo y el cerebro, así como numerosas espinas branquiales bien formadas y dispuestas en dos filas en cada arco. Hay numerosas espinas branquiales bien (Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.4 Cuerpo

Se encuentra en la parte posterior del cuerpo, constituyendo la masa muscular adecuada para la ingesta del pez. El cuerpo presenta una forma alargada, generalmente de forma cilíndrica en la parte anterior, y luego se comprime de forma leve a extremadamente fuerte. Los órganos esenciales para nuestro organismo incluyen el (corazón, el hígado, el estómago, los riñones, el sistema reproductor y la vejiga de natación, entre otros) (Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.5 Músculos

Hay tres clases de músculos presentes en el pez, el musculo visceral o liso, situado en las paredes del sistema digestivo; el musculo extraído junto al esqueleto de la forma del pez, que presenta una contracción rápida e involuntaria; y el musculo cardíaco, situado en el corazón, presenta una contracción rápida e involuntaria también. La extensa masa muscular está presente en las orillas del pez. Los músculos funcionan como cobertura para el pez-(Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.6 Esqueleto

Es importante el esqueleto del Chame, ya que proporciona respaldo a las partes blandas y, de esta forma, determina de forma indirecta la forma del pez. Además, ofrece beneficios mecánicos y probablemente desempeña un papel importante en la producción de glóbulos rojos (hematopoyesis) (Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.7 Hábitat

Este pez habita estuarios, canales o corrientes estas cañadas de baja velocidad. Es una especie bentónica que se encuentra en gran cantidad en el sustrato arenoso y fangoso. se nutre de fango, desechos y peces diminutos, esta especie suele habitar en aguas dulces, sin embargo, su movimiento es libre en el mar y se halla frecuentemente en estuarios, mangles y lagunas cisterna a lo largo de la costa del tropical Pacífico Oriental. Ancieta y Landa indican que es una especie altamente adaptable a las fluctuaciones de temperatura y salinidad; además, se le ha experimentado mantener 120 horas fuera del agua en un ambiente húmedo, comportándose normalmente después de este periodo al ser reincida en un acuario de agua dulce (Hernandes, Universidad de Nariño Faculta de Ciencia Pecuarias Departamentos de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria En Produccion Acuicola Pasto-Colombia., 2017).

1.7.8 Hábitos alimenticios

La alimentación y la dieta del (*Dormitator latifrons*) se fundamentan principalmente en el consumo de detritus y algunos desechos vegetales, lo que lo convierte en un consumidor fundamental del tipo detritívoro vegetal, en el contexto de las comunidades ictiofaunísticas. El chame también tiene la capacidad de ser omnívoro, incluyendo en su dieta micromoluscos, ostrácodos, nemertinos, trematodos, escamas de peces, copépodos, anélidos, larvas de insectos y otros tipos moluscos. Finalmente, se generan sedimentos inorgánicos que también contienen ciertos foraminíferos (Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.9 Cria y engorde

El proceso de engorde se pone en marcha el mismo día que los alevines llegan al estanque. Teniendo en cuenta que el florecimiento de las algas presentes es óptimo, ya que el plancton se transforma en la principal fuente de alimento, especialmente en las primeras fases del proceso de cría y engorde. Al mismo tiempo, se evalúa la turbidez del agua provocada por la existencia de Fito y zooplancton (Paredes & Bustamante, 2016).

1.7.10 Sistema reproductor

A pesar de que resulta difícil identificar sus diferencias externas durante el alevinaje, se utiliza el método de sexaje, mediante el uso de decolorantes en los conductos urogenitales. En la especie del Chame, la cifra de óvulos en sus ovarios varía entre 5 y 7 millones. El sistema reproductivo de los hombres está formado por un par de testículos y los canales deferentes que se vinculan con el conducto urinario. Los testículos se manifiestan como bandas alargadas de tono blanco, conectadas a través de tejido conectivo a los dos extremos de la vejiga durante el nado. Los espermatozoides son producidos por los testículos y se trasladan a través de los canales deferentes hasta la papila genital donde se liberan (Haz, 2024).

Es sencillo identificar las especies hembras y machos del chame. Además de su color distintivo, los machos poseen una papila genital triangular sin filamentos. En el periodo de reproducción, el vientre presenta un tono rojizo y abultado, y se nota una leve prominencia en la cabeza. El esperma se libera mediante la papila genital al presionar el abdomen. Por otro lado, las hembras tienen un tono más oscuro y se puede notar que la papila genital tiene una forma cuadrangular y presenta pequeños filamentos (Haz, 2024).

1.7.11 Densidades

En cuanto a las densidades del chame se realizó un estudio de los investigadores Cristian y Jorge. Quienes llevaron, una investigación con el objetivo de medir el desarrollo del chame (*Dormitator latifrons*) bajo tres distintas densidades de siembra, las cuales se llevaron a cabo, en tres tratamientos experimentales. Según el estudio de Andrés y Valverde (2022), (T1 20 peces/m²), (T2 40 peces/m²), (T3 60 peces/m²). (Machuca & Rodrigues, 2022).

1.8 Descripción del Sistema Semi-Intensivo

Sistema extensivo: Se utiliza principalmente para repoblar o aprovechar un cuerpo de agua. Se distingue por emplear bajas densidades de siembra, y los peces obtienen su alimento principalmente de organismos vivos, ya sean de origen animal o vegetal (Machuca & Rodrigues, 2022).

Sistema semi-intensivo: Este método se desarrolla en estanques artificiales construidos por el ser humano. En ellos se aplican fertilizantes con el fin de estimular la producción de alimento natural, complementando la dieta de los peces con el uso de alimento concentrado (Machuca & Rodrigues, 2022).

Sistema intensivo: Este sistema se lleva a cabo en estanques construidos y requiere un control constante de la calidad del agua. Aunque pueden aplicarse fertilizaciones, la alimentación de los peces se basa principalmente en concentrados. Además, la oxigenación del agua se garantiza mediante métodos mecánicos (Machuca & Rodrigues, 2022).

Sistema súper intensivo: Este modelo productivo busca aprovechar al máximo la capacidad del agua y del espacio disponible. Se caracteriza por el control riguroso de todos los factores, especialmente la calidad del agua, la aireación y la nutrición. La alimentación de los peces depende casi en su totalidad de concentrados (Machuca & Rodrigues, 2022).

1.9 Bases legales

El marco legal que rige la actividad acuícola en el Ecuador está establecido en la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca, cuyo artículo 1 determina que su finalidad es regular todas las actividades vinculadas a la pesca y la acuicultura. Esto incluye los procesos de extracción, recolección, reproducción, cría, cultivo, procesamiento, almacenamiento y comercialización de los recursos hidrobiológicos, tanto a nivel nacional como internacional. Además, contempla las actividades conexas que intervienen en toda la cadena productiva, tal como se define en el cuerpo legal vigente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

Complementariamente, mediante el Oficio No. MPCEIP-DMPCEIP-2021-0926-O, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) presentó ante la Secretaría Jurídica de la Presidencia de la República una propuesta de reglamento para la aplicación de esta ley. Este documento tiene como objetivo establecer directrices técnicas, normativas y administrativas que garanticen un desarrollo responsable, sostenible y competitivo del sector acuícola en el país (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

2.7.Operacionalizacion de variables

La siguiente tabla detalla la operacionalización de las variables consideradas en esta investigación, identificando sus dimensiones, indicadores, métodos de medición y escalas utilizadas para evaluar el rendimiento del chame (*Dormitator latifrons*) bajo diferentes densidades de siembra en un sistema acuapónico semi-intensivo.

Tabla 2. Operacionalización de variable.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento/Técnica	Escala / Unidad
Densidad de siembra (independiente)	Número de organismos por volumen de agua	Número de peces por m ³ (25 y 50 peces/m ³)	Registro de tratamiento experimental	Cuantitativa discreta (peces/m ³)
Calidad del agua (dependiente)	Parámetros físico-químicos	Temperatura, pH, PPM, mV, µS/cm, TAN, NO ₂ ⁻ , NH ₃	Sensor multiparámetro digital BLU-9099	Cuantitativa continua (valores físicos)
Alimentación suministrada (independiente)	Dieta balanceada con suplemento	Tipo de alimento (balanceado 35% proteína), dosis de vitamina C	Registro de alimentación	Cualitativa nominal / Cantidad (g)
Tasa de crecimiento (dependiente)	Variación de peso	Diferencia entre peso inicial y final	Balanza digital	gramos (g)
Conversión alimenticia (dependiente)	Eficiencia de uso del alimento	Relación entre alimento suministrado y ganancia de peso (FCA)	Cálculo con fórmula FCR	Índice numérico
Supervivencia (dependiente)	Porcentaje de peces vivos	Nº final de peces vivos / Nº inicial de peces sembrados × 100	Registro semanal	Porcentaje (%)
Rentabilidad (dependiente)	Relación entre inversión e ingresos	IR = flujo de caja esperado / inversión inicial	Cálculo financiero	Índice numérico

Auditoria Propia.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

2.1 Enfoque de la investigación

El estudio de esta investigación adopta una perspectiva cuantitativa, pues se fundamenta en la recopilación y estudio de datos numéricos para valorar el impacto de la densidad de siembra en los parámetros productivos del chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo. Para este fin se analizó los aspectos y factores que influyen en el crecimiento del chame (*Dormitator latifrons*). El objetivo de este estudio es proporcionar una base de datos sólida y confiable sobre el rendimiento del chame en un sistema semi-intensivo.

Desde una perspectiva cuantitativa, el estudio se enfoca en examinar factores productivos como el ritmo de crecimiento, la supervivencia y la conversión alimenticia del chame (*Dormitator latifrons*), basándose en variables relacionadas con las condiciones del entorno, la alimentación y las características de los tratamientos aplicados, ambientales como la temperatura, salinidad, pH y calidad del agua. La recolección de datos se llevó a cabo a través de un diseño experimental regulado, empleando instrumentos de medición exactos y procedimientos normalizados. Luego, los datos se procesaron a través de métodos estadísticos, lo que aseguró la objetividad, exactitud y reproducibilidad de los resultados logrados.

En el ámbito cualitativo, el estudio tiene como objetivo analizar el entorno ambiental y social en el que se desarrolló el sistema acuapónico. Mediante la observación directa y el estudio detallado, se estudian las relaciones entre el ambiente físico, los recursos existentes y las reacciones

biológicas de la especie, lo que facilita un entendimiento completo de los elementos que influyen en la sostenibilidad y factibilidad del sistema.

2.2 Diseño de la investigación

2.2.1 Diseño Experimental

Este análisis se llevó a cabo en dos etapas experimentales, cada una relacionada con distintas densidades de cultivo del chame (*Dormitator latifrons*), con el objetivo de valorar sus parámetros productivos en un sistema semi-intensivo de acuicultura. Por lo que en el presente estudio se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), ya que todas las unidades experimentales (tanques de 1 m³) se encontraban ubicadas en un mismo ambiente bajo condiciones homogéneas de temperatura, aireación y filtración, sin gradientes evidentes de luz o variaciones ambientales que pudieran generar sesgos en los resultados. Este diseño permitió asignar al azar los tratamientos de densidad de siembra a los tanques, asegurando que las posibles diferencias observadas en los parámetros productivos del chame se debieran al efecto de los tratamientos y no a factores externos no controlados.

2.3 Tipo de investigación

La investigación se ajusta al tipo aplicado, ya que se enfoca en solucionar un problema particular en el sector acuícola, a través de la valoración del rendimiento productivo del chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema semi-intensivo de acuicultura. Su objetivo es crear saberes que sean aplicables en situaciones reales, favoreciendo la optimización de prácticas sustentables en la generación de especies autóctonas.

Desde el punto de vista metodológico, es una investigación de tipo cuantitativo y experimental, puesto que se fundamenta en la recopilación de datos numéricos a través de mediciones exactas, reguladas y metódicas. Se alteran deliberadamente variables independientes, como la densidad de siembra, para examinar su impacto en variables dependientes, como el ritmo de crecimiento, la conversión de alimentos y la supervivencia. Este método posibilita determinar vínculos causales, asegurar la imparcialidad de los hallazgos y garantizar la validez interna de la investigación.

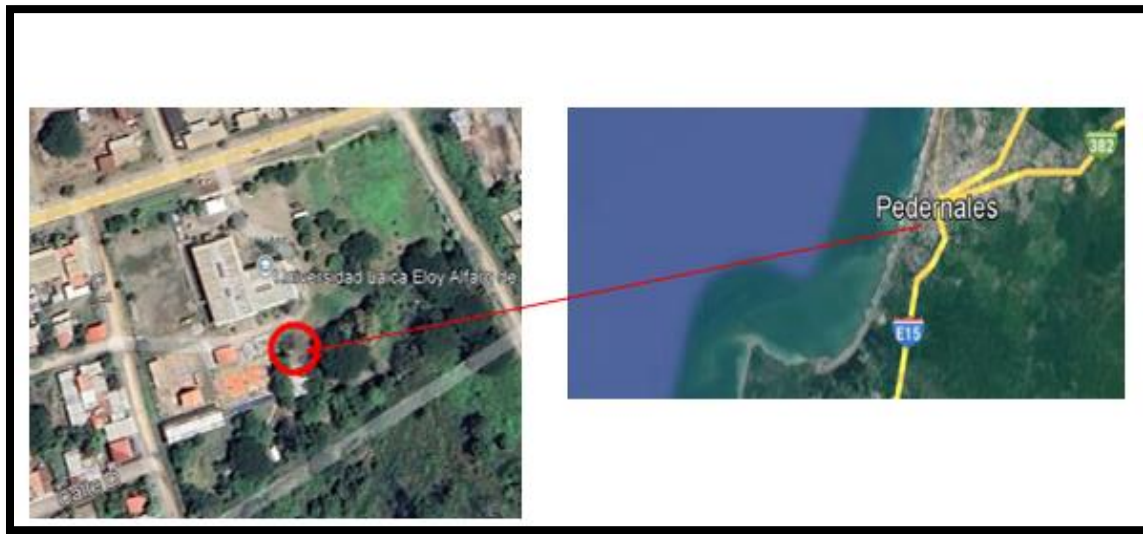
2.4 Método de investigación

2.4.1 Área de estudio

La disciplina académica hace referencia al campus de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Pedernales. Este lugar fue escogido por tener la infraestructura requerida para establecer un sistema semi-intensivo de acuicultura, lo que posibilita las condiciones controladas experimentales para la cría del chame (*Dormitator latifrons*).

Esto permitió la recopilación regular de información, el mantenimiento técnico del sistema y la observación directa del comportamiento de los ejemplares bajo diversas densidades de siembra. Coordenadas: **0°04'17.85" N 80°02'24.17" O**.

Figura 3. Mapa de la zona del experimento de investigación.



Auditoria Propia.

2.5 Población y/o Muestra

Se llevaron a cabo dos diferentes tratamientos con poblaciones distintas. En el primero, se colocaron 25 juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) en cada tanque de 1000 litros de agua previamente acondicionada. El segundo tratamiento consistió en ubicar 50 chames por cada tanque.

Tratamiento 1: se emplearon 50 alevines de 6cm de longitud y entre 6.3 y 10 gramos de peso. Estos individuos se obtuvieron, en el cantón Pedernales Los peces se distribuyeron de manera equitativa en dos tanques de 1 metro cúbico (equivalente a 1.000 litros), manteniendo una densidad de 25 alevines por metro cuadrado en cada tanque (T 25 peces/m¹), (T 25 peces/m¹), asegurando uniformidad en las condiciones de cultivo.

Tratamiento 2: Se incrementó, la densidad de siembra siendo superior, se utilizaron 100 alevines, proveniente de. San Vicente, con una longitud 6cm y 8cm y entre 7.2 y 9 gramos de peso. Los peces se repartieron de manera equitativa en dos tanques de 1 metro cúbico (equivale a 1.000 litros) con una densidad de 50 alevines por metro cuadrado en cada uno (T 1 peces/ml), (T 2 peces/ml).

Ambas fases fueron desarrolladas bajo condiciones controladas, utilizando un sistema acuapónico semi-intensivo que integraba el cultivo de peces con el crecimiento de plantas, permitiendo la recirculación del agua y la optimización de los nutrientes. Este diseño experimental permitió comparar el efecto de dos densidades diferentes (25 y 50 peces/ml) sobre los parámetros productivos de *Dormitator latifrons*, en condiciones homogéneas de manejo y alimentación.

2.6 Técnicas de investigación

2.6.1 Materiales y Equipo

Para llevar a cabo el estudio de manera experimental, se utilizaron materiales y recursos específicos que aseguraron una recopilación de datos precisa y un manejo correcto de los ejemplares de chame (*Dormitator latifrons*). Y el mantenimiento del sistema acuapónico semi-intensivo. Continuidad se detallan los Materiales utilizados de esta investigación.

Balanza digital : En un instrumento de alta precisión que se emplea para medir con exactitud el peso de los ejemplares.

Cinta métrica: Herramienta empleada para medir longitudes totales los ejemplares

Vitamina C: Suplemento utilizado para reforzar el sistema inmunológico de los peces durante el proceso.

Peróxido de hidrogeno: Agente desinfectante utilizado para el tratamiento del agua y control de posibles infecciones.

Malla de captura: Implemento de manipulación diseñando para atrapar a los peces sin causarles daño.

Tanque: Utilizado para los ejemplares y sus respectivos Cria con una capacidad de 1000 litros

Sistema de circulación de agua: Bombas eléctricas para la respectiva circulación, durante la investigación de los ejemplares.

Blower: Bomba la cual brinda oxígeno las 24 horas del día durante todo el tiempo de la investigación.

Tinas: Baldes plástico y las tinas para la manipulación de los peces durante los monitoreos.

2.7 Parámetros Evaluados

A lo largo de los 2.5 meses y medio del proyecto, se observaron los siguientes indicadores: Evaluación de la longitud de los peces (desde el pico hasta la cola) utilizando un Ictiómetro y el peso utilizando una gramera de marca CAMRY.

2.7.1 Evaluación de para metros físico químico del agua

Se realizó un monitoreo diario para los parámetros de temperatura, salinidad, PH, mv, sm/cm. A demás, se midió oxígeno disuelto cada 15 días. usó el multiparámetro digital BLU-9099.

Salinidad: Los peces tienen la capacidad de habitar en aguas con distintos niveles de salinidad; sin embargo, los cambios repentinos en esa concentración de sal pueden afectarlos. Mientras que el agua de mar presenta un alto contenido de sales, el agua dulce contiene muy poca o carece de ellas. Algunas especies logran desarrollarse y reproducirse en ambientes salobres con una salinidad aproximada de 24 partes por mil (Mendoza, 2025).

PH: El rango ideal de acidez se encuentra entre pH 6.4 y 9.4 Estos organismos no toleran niveles inferiores a 5, aunque muestran resistencia a condiciones alcalinas de hasta pH 10 (Hernandes, Universidad de Nariño Faculta de Ciencia Pecuarias Departamentos de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria En Produccion Acuicola Pasto-Colombia., 2017).

Temperatura: El cultivo de *Dormitator latifrons* requiere que la temperatura del agua se mantenga entre 21 y 30 °C, con un promedio aproximado de 25,5 °C. Las variaciones en la temperatura influyen directamente en la tasa metabólica de los peces, incrementando el consumo de oxígeno (Machuca & Rodrigues, 2022).

Ppm: Una oxigenación adecuada, manteniendo concentraciones superiores a 4,5 ppm, lo que favorece el crecimiento, la alimentación y el desarrollo general del chame en sistemas de cultivo semi-intensivos o acuapónicos (Machuca & Rodrigues, 2022).

2.8 Tiempo de Siembra

La primera siembra se realizó entre febrero y abril de 2025, mientras que la segunda siembra tuvo lugar desde mediados de abril de 2025 hasta la segunda semana de julio de este año. Del 2025, donde se tomaron, las medidas de longitud total (cm) y peso(gr) de cada individuo.

2.9 Fertilización y llenado de los Tanques

Se realizó la limpieza de los respectivos tanques antes de la siembra de los peces, previo a la siembra se realizó el respectivo llenado de los tanques para eliminar el Por supuesto, el agua fue tratada con ácido ascórbico (vitamina C) y peróxido de hidrógeno para mejorar su oxigenación.

2.10 Circulación Sistema Acuapónico

El movimiento del agua en un sistema acuapónico es crucial para la supervivencia de los organismos, ya que influye en la temperatura, el oxígeno y la disponibilidad de nutrientes. El flujo puede ser continuo o intermitente, controlado por la velocidad o el tiempo de la bomba, afectando la eficiencia en la absorción de nutrientes y oxígeno. La capacidad de la bomba y el diseño del sistema son determinantes para el desempeño de los filtros mecánicos y biológicos (Mendoza, 2025).

Aireación

En sistemas acuapónicos, peces y plantas requieren oxígeno disuelto para su crecimiento y supervivencia. Este oxígeno protege las raíces de las plantas y previene su pudrición. Para

mantener niveles adecuados, se recomienda el uso de bombas de oxígeno funcionando continuamente, especialmente en sistemas con alta densidad de organismos (Mendoza, 2025).

Filtro

Un filtro es un material poroso, como fieltro, esponja, carbón, arena o piedras pequeñas que permite la depuración del líquido al retener partículas en suspensión (Mendoza, 2025).

Filtración Mecánica

La filtración mecánica del agua consiste en eliminar sólidos suspendidos mediante medios porosos, como membranas o materiales granulares (arena), con el objetivo de reducir impurezas, turbidez y proteger los procesos de desinfección. Además, permite remover sólidos provenientes del excremento de los peces y del alimento no consumido, contribuyendo a mantener la calidad del agua (Mendoza, 2025).

Filtración Biológica

La filtración biológica es fundamental en los sistemas de recirculación, ya que la mayor parte de la carga contaminante es materia orgánica que debe ser degradada. Estos filtros permiten convertir el amoníaco, altamente tóxico incluso en concentraciones de 0,25 mg/L, en nitratos mediante el proceso de nitrificación, protegiendo así a los organismos (Mendoza, 2025).

Calidad del agua

El agua es fundamental en la acuaponía, ya que constituye el hábitat de los peces y las bacterias, y es la fuente de nutrientes para las plantas (Mendoza, 2025).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es esencial para la calidad del agua y la supervivencia de los peces, ya que su déficit afecta su crecimiento y salud, pudiendo ser mortal. Para mantener niveles adecuados se emplean bombas de aire o difusores. La temperatura del agua influye directamente en la concentración de oxígeno, disminuyendo a medida que aumenta la temperatura, sin riesgo de exceso, ya que el sobrante se libera a la atmósfera (Mendoza, 2025).

Temperatura

La temperatura es un parámetro fundamental en los sistemas acuapónicos, ya que afecta directamente el metabolismo, el crecimiento y la reproducción de los peces, así como la actividad de las bacterias responsables de la filtración biológica (Mendoza, 2025).

Potencial de Hidrogeno

El pH es una variable clave en la acuaponía, ya que afecta el crecimiento de bacterias nitrificantes, la proporción de amoníaco tóxico y no tóxico, y la tasa de nitrificación. Un pH cercano a 7,8 favorece la actividad máxima de las bacterias nitrificantes, mientras que valores por debajo de 6 pueden inhibirla. Los peces toleran un rango amplio de pH, las plantas crecen mejor por debajo de 6,5 y las bacterias nitrificantes funcionan óptimamente por encima de 7,5 (Mendoza, 2025).

Amoniaco

Los niveles elevados de amoníaco representan un riesgo significativo para los peces, ya que concentraciones superiores a 1 mg/L pueden causar mortalidad o estrés en diversas especies. Además, en sistemas acuapónicos, altas concentraciones de amoníaco afectan negativamente a las bacterias nitrificantes, reduciendo su eficiencia o incluso provocando su muerte cuando los niveles superan 4 mg/L (Mendoza, 2025).

Nitrito y Nitrato

Los nitritos y nitratos son productos de la nitrificación realizada por bacterias en sistemas aeróbicos. A altas concentraciones, representan un riesgo para los peces: los nitratos son seguros entre 0 y 40 ppm, mientras que los nitritos superiores a 0,75 ppm causan estrés y niveles mayores a 5 ppm resultan tóxicos. En sistemas de recirculación, estos compuestos pueden ser aprovechados como nutrientes por las plantas, que a su vez contribuyen a la depuración del agua actuando como filtro biológico (Mendoza, 2025).

Alimentación

Los peces fueron alimentados con un concentrado de la marca NATUREFOOD de AGRINVEZA.S.A del 35% de proteína, Grasa 7%, Humedad 12%, Fibra 4%, Cenizas 12%, alimento comercialmente recomendado para la especie cultivada (*Dormitator latifrons*). Elaborada con los ingredientes: Harina de pescado, Pasta de soya Subproductos de Arroz, Harina de Arroz, Harina de trigo, Aceite de Pescado, Premezclas minerales, Vitaminas aglutinantes, y con centrado de pescados.

Se suministró lo correspondiente al 3% de la biomasa total de cada tanque, esta ración se calculaba semanalmente al obtener la biomasa. Esta ración fue distribuida en dos comidas diarias, en horas de la mañana, el 50% en la primera (7:00 am) y el 50% de la segunda (2:00 pm).

Tabla 3. *Tabla alimenticia del balanceado suministrado.*

NATURE FOOD DE 35%	Procentaje
Proteína (mínima)	35.00%
Grasa (mínima)	7.00%
Fibra (mínima)	4.00%
Ceniza (máxima)	12.00%
Humedad (máxima)	12.00%

Auditoria Propia.

2.11 Analisis de datos

Analisis las tasas de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia del chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo.

Para valorar el rendimiento zootécnico de (*Dormitator latifrons*) se evaluó la tasa de Crecimiento específico (TCE), conversión alimenticia (CAA) y supervivencia con las siguientes formulas

Formula:

Específico Tasa de Crecimiento (TCE):

$$CAA = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{t} \times 100$$

Donde:

Pf= peso final (g)

Pi= peso inicial (g)

T= tiempo de experimento en semanas

Conversión Alimenticia Aparente (CAA)

$$CAA = \frac{\text{Alimento suministrado}(g)}{\text{Ganancia de peso}(g)}$$

Supervivencia (%):

Para calcular la tasa de supervivencia de los organismos estudiados, se utilizó la siguiente fórmula, para observar el porcentaje de sobrevivencias de los chames recomendada por la FAO (2009).

Formula:

$$\text{Supervivencia} \left(\frac{Nf}{Ni} \right) \times 100$$

Donde

Nf= número final de peces vivos

Ni= números inicial de peces

Mortalidad

Para la estimación de la mortalidad se llevó el monitoreo semanal de los individuos muertos y se empleó la siguiente formula de supervivencia:

$$Mortalidad(\%) = \left(\frac{Numero\ de\ organismos\ muerto}{Numero\ Inicial\ organismos\ sembrados} \right) \times 100$$

Estimación de la mortalidad de la siembra (*Dormitator latifrons*)

Para la estimación de la mortalidad se implementó la fórmula de mortalidad siendo que en la primera siembra hubo un total de 18 ejemplares muertos a lo largo de los tratamientos, lo que dejó un total de 32 ejemplares vivos de una población total inicial de 50 ejemplares aproximadamente. Lo que nos da una mortalidad del 36%, indicando que el 64% de los organismos sobrevivieron durante el período del estudio.

$$Mortalidad (\%) = \left(\frac{18}{50} \right) \times 100 = 36\%$$

En el caso del segundo cultivo se tuvo una población inicial de 100 ejemplares aproximadamente y unos 87 ejemplares muertos a lo largo del cultivo para darnos un total de 13 ejemplares vivos al finalizar el segundo cultivo. Lo que nos da una mortalidad del 87%

Costo de producción total (CPT): Para estimar el costo de la producción se utilizó la siguiente formula.

$$CPT = \text{Costos fijos} + \text{Costo variables} =$$

Ingreso Bruto (IB):

$$IB = \text{Peso total cosechado (kg)} \times \text{precio por (kg)}$$

Utilidad neta (UN):

$$UN = IB - CPT =$$

Rentabilidad (%):

$$\text{Rentabilidad} = \left(\frac{UN}{CPT} \right) \times 100$$

Indice de Rentabilidad (IR)

Para calcular el Indice de Rentabilidad (IR) simple sin descontar (si no se da tasa de descuento o periodo) se utilizó la formula Expresada.

$$(IR) = \frac{\text{Flujo de caja esperado}}{\text{Inversion inicial}}$$

Donde: Flujo de caja espero valor que se espera ganar (valor de la biomasa obtenida de los pece)

Inversión inicial: Sumatoria de los gatos, en compra de semillas, vitaminas C, balanceado y peróxido.

CAPITULO 3: RESULTADOS

3.1.1 Analisis las tasas de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia del chame (*Dormitados latifrons*) en un sistema acuapónico semi-intensivo.

3.1.1.2 Descripción del Analisis de tasa de crecimiento.

Cada tratamiento estuvo constituido con un tiempo de 35 días en tiempo de 2.5 dos meses y medio que se llevó desarrollado el cultivo. Los datos obtenidos mostraron variaciones notables. En el tratamiento con menor densidad (25 organismos), especialmente en la réplica A, se observó un incremento de peso más pronunciado, alcanzando hasta 54,4 g al final del experimento, lo que sugiere que la menor competencia por alimento y espacio favoreció un crecimiento más acelerado.

Por otro lado, en la réplica B de este mismo tratamiento, aunque el crecimiento fue menos constante, también se evidenció un aumento final considerable. En contraste, el tratamiento con mayor densidad (50 organismos) mostró un patrón de crecimiento más irregular; en particular, la réplica B presentó una disminución progresiva del peso en las últimas semanas, indicando posibles efectos de hacinamiento o estrés. Estos resultados sugieren que la densidad de cultivo influye significativamente en el crecimiento del chame, favoreciendo el desarrollo en condiciones de menor densidad representado (Tabla, 4).

Tabla 4. *Tasa de crecimiento específico semanal.*

Semana	T1-A	T1-B	T2-A	T2-B
Semana 1	4,036	21,16	11,2	18,6
Semana 2	6,58	24,238	19,6	29,2
Semana 3	37	26,2	25,2	40,8

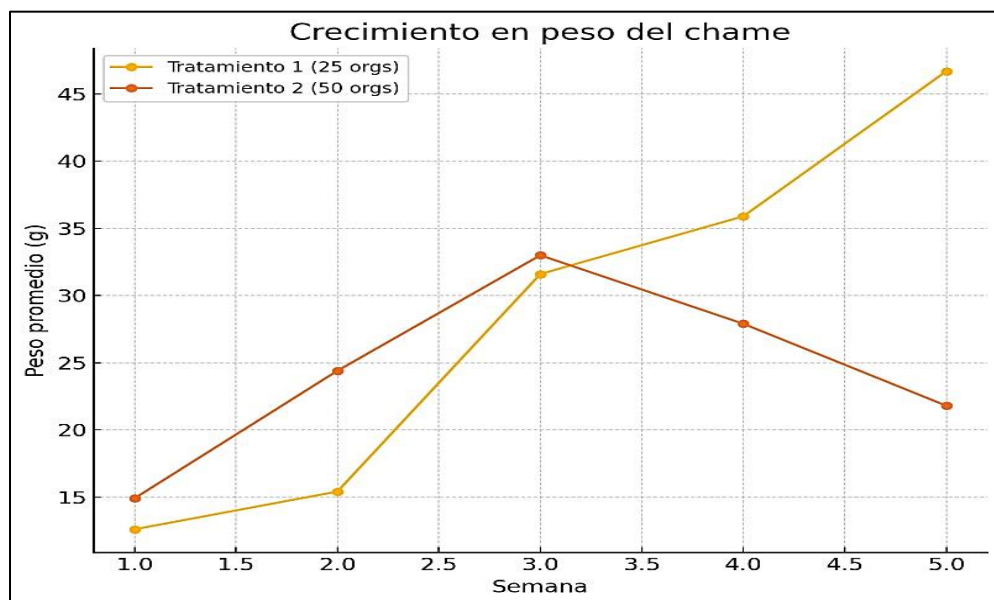
Semana 4	45,2	26,6	27,8	28
Semana 5	54,4	39	27,8	15,8

Auditoria Propia.

Tasa de crecimiento específico (SGR):

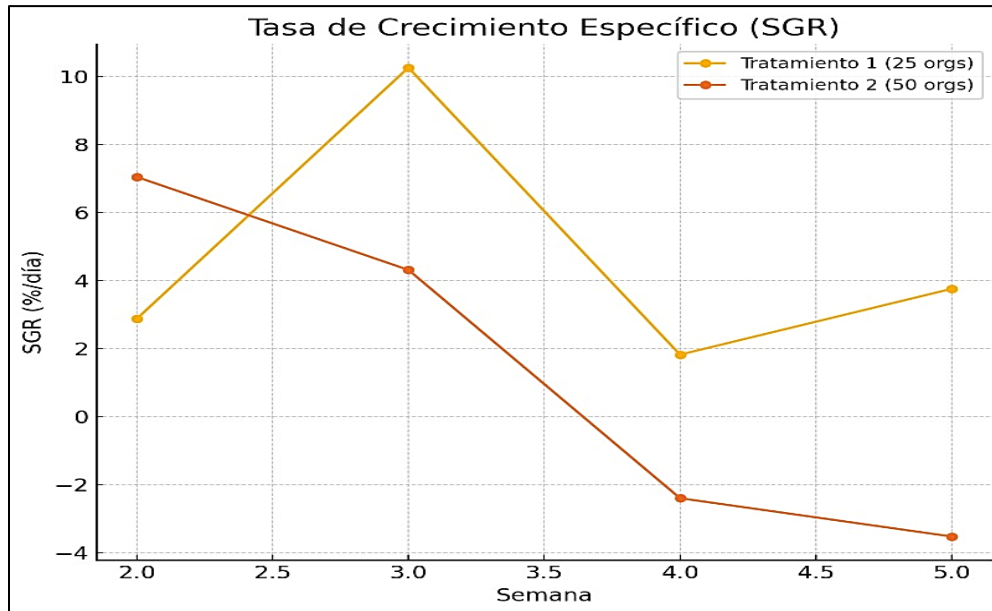
La tasa de crecimiento específico también reflejó diferencias marcadas entre tratamientos. El tratamiento de baja densidad inició con un SGR de 4,02 %/día entre la semana 1 y 2, alcanzando su punto máximo entre la semana 2 y 3 con 14,16 %/día, seguido de una disminución gradual. Por otro lado, el tratamiento de alta densidad presentó un SGR inicial de 5,93 %/día, pero su valor cayó progresivamente hasta alcanzar valores negativos, con 8,39 %/día en la última semana, indicando pérdida de peso. Esto demuestra que los organismos criados a menor densidad no solo lograron un mayor peso, sino que también crecieron de forma más eficiente y sostenida a lo largo del tiempo.

Figura 4. Tasa de crecimiento.



Auditoria Propia.

Figura 5. *Tasa de Crecimiento Específico (SGR).*



Auditoria Propia.

El ANOVA para la comparación de los tratamientos se determinó en $F = 2.177$ y $p\text{-valor} = 0.168$ que, este valor es mayor a 0.05, por lo tanto, no hay evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los tratamientos difieran en su tasa de crecimiento relativa.

3.1.1.3 Factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia (FCA) se evaluó durante cinco semanas en los distintos tratamientos. El Tratamiento 1A mostró valores eficientes y estables, mientras que el 1B presentó una variación considerable, destacando un pico elevado en la semana 3. En el Tratamiento 2A, el FCA fue moderado al inicio, pero presentó un valor negativo en la quinta semana. El Tratamiento 2B mostró una tendencia similar, con resultados negativos en las últimas semanas, lo que podría indicar pérdida de peso o condiciones desfavorables en el sistema.

Tabla 5. *Factor de conversión alimenticia.*

Tratamiento	Semana 2	semana 3	semana 5	semana 5
Tratamiento 1 (A)	0.67	0.3	1.37	1.48
Tratamiento 1 (B)	1.95	3.26	17	0.58
Tratamiento 2(A)	0.9	0.98	5.6	-0.17
Tratamiento 2(B)	1.38	1.09	-0.86	-3.57

Auditoria Propia.

3.1.1.4 Supervivencia del chame

El estudio del porcentaje de supervivencia semanal en los distintos métodos de cultivo de chame (*Dormitator latifrons*) revela variaciones notables en el desempeño de cada sistema. El tratamiento. T1 (b) registró la supervivencia más alta con un 88%, seguida por la terapia. En cambio, Tratamiento. T2 (b) registró la menor supervivencia, llegando a apenas un 26%, con una disminución significativa desde la semana 3, lo que indica posibles dificultades en la calidad del agua o en la gestión del sistema. Tratamiento. El T2 (a) logró un 50% de efectividad en el tratamiento. T1 (A) alcanzó el 48%, ambos inferiores a la media. Estos hallazgos resaltan la importancia de un seguimiento continuo y la mejora de los parámetros para incrementar la eficacia del sistema.

Tabla 6. *Supervivencia del chame .*

Tratamientos	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	Porcentaje de supervivencia
Tratamiento 1 (A)	25	25	12	12	12	48%
Tratamiento 1 (B)	25	25	22	22	22	88%

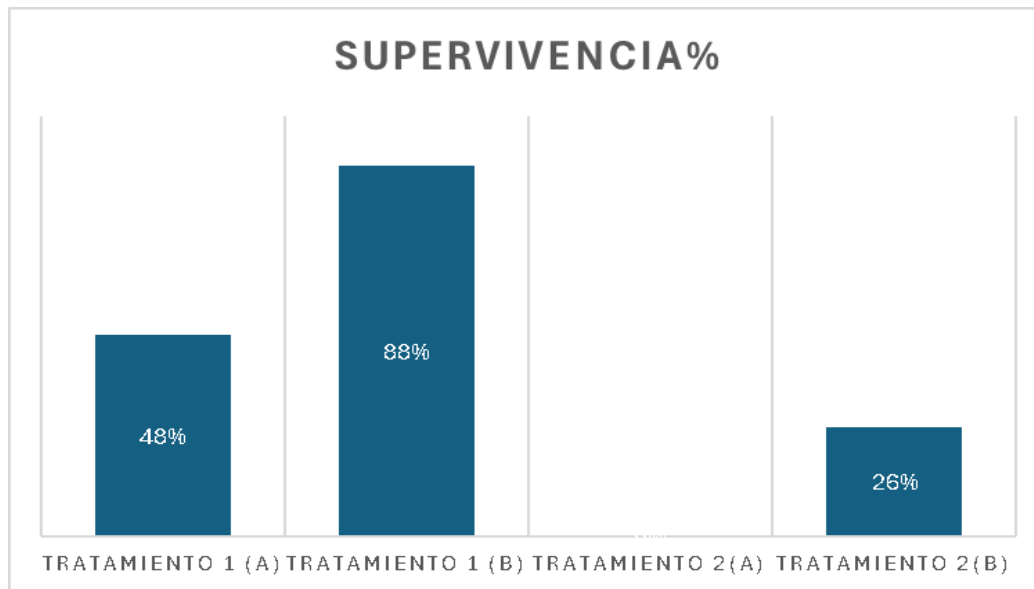
Tratamiento 2(A)	50	50	28	25	25	50%
Tratamiento 2(B)	50	50	31	16	13	26%

Auditoria Propia.

El análisis de la supervivencia de los chames durante cinco semanas evidenció una clara influencia de la densidad de siembra en los resultados obtenidos. En el tratamiento con menor densidad (25 organismos), la supervivencia final fue significativamente mayor, con un promedio del 68%, destacándose la réplica B con un 88% de supervivencia. En contraste, el tratamiento con mayor densidad (50 organismos) presentó una alta mortalidad, con una supervivencia promedio del 16%, y en uno de los casos (réplica A) se registró una mortalidad total al final del experimento. Estos resultados indican que una mayor densidad genera condiciones desfavorables para la supervivencia de los chames, posiblemente por aumento del estrés, competencia por alimento y deterioro de la calidad del agua. Por tanto, se sugiere considerar densidades más bajas para optimizar el bienestar y la supervivencia en el cultivo de esta especie.

El gráfico muestra una comparación entre dos tipos de densidades. Se observa que, al final del experimento, los organismo del tanque A con tratamiento 1 (densidad de 25 peces) obtuvieron una supervivencia del 48%, mientras que el tanque B, Con una tasa de supervivencia del 88%, alcanzó el porcentaje más alto de supervivencia durante todo el experimento. El gráfico también muestra como el segundo tratamiento ha presentado las tasas de supervivencia más bajas, ya que, en el tanque A la supervivencia es prácticamente nula; el tanque B registró una supervivencia de 26%, un porcentaje mayor en comparación con el tanque (b) del mismo tratamiento: esto indica que los animales de estudios se adaptaron mejor al tratamiento 1, por los cual tuvieron su desarrollo optimo de sobrevivencias.

Figura 6. *Supervivencia.*



Auditoria propia.

3.1.1.5 Ganancia de peso

Se registraron datos del peso medio semanal como indicadores de crecimiento para los alevines chame (*Dormitator latifrons*), expresados en gramos. Durante el período del experimento, los individuos fueron alimentados con un balanceado que contenía un 35% de proteína.

Como se puede apreciar en la tabla (5) , se puede constatar que el peso medio final logrado en los tanques A y B bajo el tratamiento 1 (densidad de 25 peces) fue de 29,44 gramos (A) y 27,44

gramos (B). Con el tratamiento 2 (densidad de 50 peces), se consiguieron promedios finales de 21,60 gramos en el tanque A y 26,27 gramos en el tanque B.

Tabla 7. *Pesos promedios de chame.*

Tratamientos		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	Promedios de semana
Tratamiento (A)	1	4,036	6,58	37	45,2	54,4	29,44
Tratamiento (B)	1	21,16	24,238	26,2	26,6	39	27,44
Tratamiento 2(A)		11,2	19,6	25,2	27,8	27,8	21,60
Tratamiento 2(B)		18,6	29,2	40,8	28	15,8	26,27

Auditoria Propia.

3.1.1.6 Biomasa total

Durante el tratamiento 1 (densidad de 25 peces), los tanques A y B registraron una biomasa promedio de 380,89 gramos (A) y 630,87 gramos (B). El tratamiento 2 (densidad de 50 peces) obtuvo una biomasa promedio de 627,04 gramos en el tanque A, mientras que el tanque B registró 917,64 gramos.

Tabla 8. *Biomasa total de chame.*

Tratamientos	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	Promedios
Tratamiento 1 (A)	100,75	164,5	444	542,4	652,8	380,89
Tratamiento 1 (B)	529	605,75	576,4	585,2	858	630,87
Tratamiento 2(A)	560	980	705,6	444,8	444,8	627,04
Tratamiento 2(B)	930	1460	1264,8	728	205,4	917,64

Auditoria Propia.

3.1.2 Analisis los parámetros fisicoquímicos: de cultivos de chame en dos densidades diferentes para determinar su calidad de agua

3.1.2.1 Parámetros fisicoquímicos

Como parte fundamental de la evaluación del sistema acuapónico implementado, se realizó el monitoreo de parámetros fisicoquímicos clave durante cinco semanas consecutivas. Las variables analizadas incluyeron pH, temperatura, sólidos disueltos totales (PPM), potencial de óxido-reducción (mV) y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Estos parámetros permiten determinar la estabilidad del sistema, la calidad del agua y su idoneidad para el desarrollo del chame (*Dormitator latifrons*) y las especies vegetales asociadas.

Los datos se organizaron por tratamiento y se representaron gráficamente para facilitar su análisis comparativo. Cada gráfico muestra la evolución semanal de los parámetros en los tratamientos 1 (A y B) y 2 (A y B), con el objetivo de identificar posibles fluctuaciones, patrones de comportamiento y diferencias entre unidades experimentales. Esta representación visual complementa la interpretación numérica y permite observar de manera clara la respuesta del sistema ante las condiciones ambientales y de manejo aplicadas.

A continuación, se presentan tablas y gráficos correspondientes a cada tratamiento, acompañados de una descripción detallada de los resultados obtenidos, con el fin de establecer su relevancia dentro del funcionamiento general del sistema acuapónico.

Tabla 9. Toma de datos de tratamiento (1)T(A).

Tratamiento (A)	1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
PH		8.23	7.84	8.01	8.2	7.75
Temperatura		28.18	26.63	26.82	26.8	27.1
Ppm		213	220	245	276	214
Mv		143	109	124	66	432
$\mu\text{S/cm}$		369	439	435	416	432

Auditoria Propia.

Tabla 10. Toma de datos de tratamiento (1)T(B).

Tratamiento (B)	1	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
PH		8.28	7.96	7.83	8.5	7.79
Temperatura		28.6	26.94	26.37	27.91	27.3
Ppm		218	225	265	290	216
Mv		148	114	101	69	102
$\mu\text{S/cm}$		374	442	390	435	435

Auditoria Propia.

Tabla 11. Toma de datos de tratamiento (2)T(A).

Tratamiento (A)	2	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
PH		8.03	8.08	8.17	8.07	8.22
Temperatura		25.15	27.45	28.47	26.52	27.48
Ppm		262	254	221	230	269
Mv		105	90	157	122	110
$\mu\text{S/cm}$		387	378	381	419	408

Auditoria Propia.

Tabla 12 Toma de datos tratamiento (2)T(B).

Tratamiento (B)	2	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
PH		8.12	8.12	8.23	8.12	8.32
Temperatura		25.35	27.74	28.75	26.81	27.77

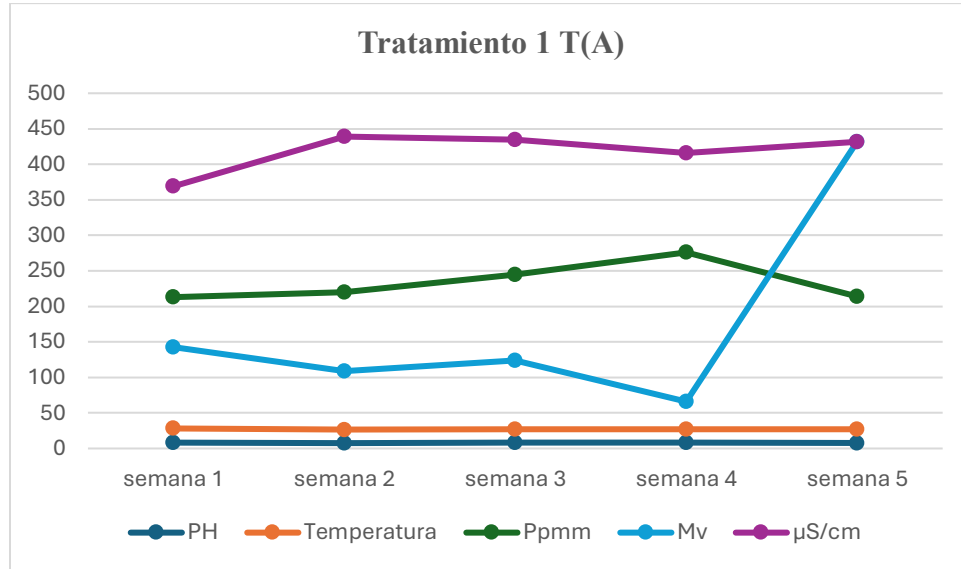
Ppm	266	258	224	231	274
Mv	106	91	161	126	113
μS/cm	391	383	385	423	413

Auditoria Propia.

Durante las cinco semanas de monitoreo del Tratamiento 1 (A), el pH osciló entre 7.75 y 8.23, registrando valores ligeramente alcalinos, dentro de los rangos permisibles para sistemas acuapónicos. La temperatura se mantuvo estable, entre 26.3 °C y 28.18 °C, condiciones adecuadas para la fisiología del chame (*Dormitator latifrons*), estos datos fueron obtenidos por un instrumento llamado (Multiparámetro). Modelo, Medidor 7 en 1 con Bluetooth, Serie, WQM-303. Año de fabricación, 2022.

El nivel de sólidos disueltos (PPM) mostró un incremento en la semana 3 (276 ppm), seguido de una disminución en la semana 5 (214 ppm), posiblemente como resultado del consumo de nutrientes por parte de las plantas. El potencial de oxidación-reducción (medido en mV) mostró cambios significativos, alcanzando su punto más alto en la quinta semana con un valor de 432 mV, lo que sugiere una mejoría en las condiciones de oxigenación. La conductividad eléctrica (μS/cm) aumentó progresivamente desde la semana 1 (369 μS/cm) hasta la semana 5 (432 μS/cm), reflejando mayor concentración de sales y nutrientes en el sistema.

Figura 7. Toma de los datos de Tratamiento (1)T(A).



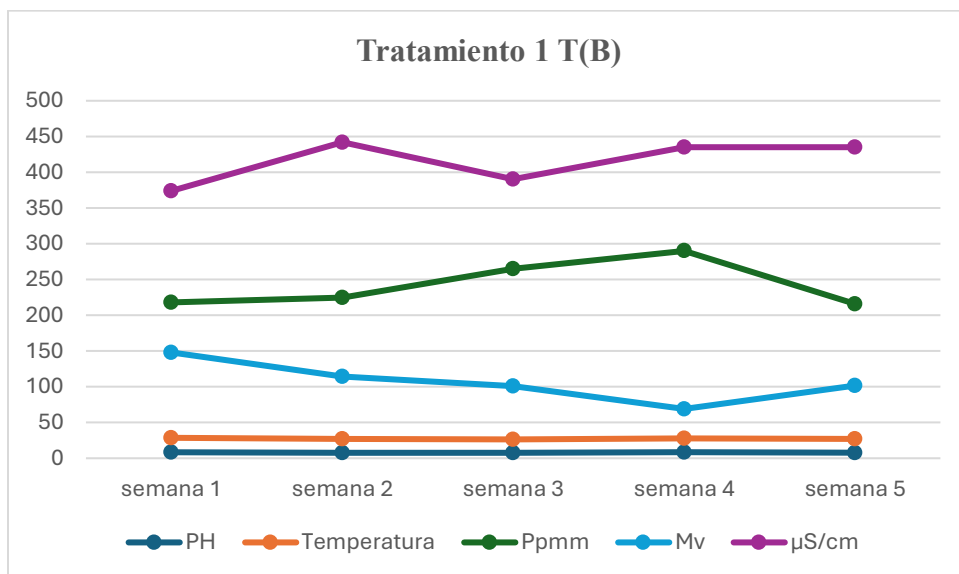
Auditoria propia.

El gráfico correspondiente muestra una tendencia ascendente en la conductividad y una recuperación del mV en la última semana, lo que evidencia la estabilidad del sistema a lo largo del periodo evaluado.

En el Tratamiento 1 (B), se observaron valores de pH entre 7.79 y 8.50, ligeramente superiores a los registrados en el tratamiento A. La temperatura promedio se mantuvo en un rango adecuado para la especie, con un ligero aumento en la semana 5 (27.3 °C). Los valores de PPM alcanzaron su punto más alto en la semana 4 (290 ppm), indicando una acumulación temporal de nutrientes. Sin embargo, en la semana siguiente se redujeron significativamente (216 ppm), lo que podría deberse al aumento en la absorción por parte del componente vegetal. El potencial redox (mV) presentó fluctuaciones notorias, disminuyendo drásticamente en la semana 4 (69 mV) antes

de recuperarse parcialmente (102 mV). La conductividad eléctrica mostró valores constantes, estabilizándose en 435 $\mu\text{S}/\text{cm}$ desde la semana 4.

Figura 8. Toma de datos de tratamiento (1)T(B).



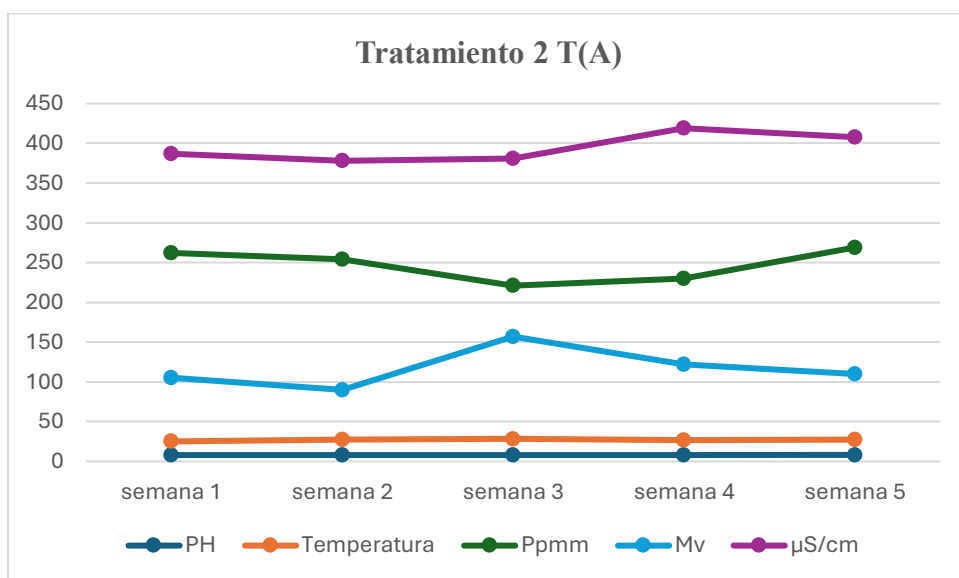
Auditoria propia.

En el gráfico se refleja una estabilidad general, aunque se evidencia una caída del mV en la semana 4, lo cual podría asociarse a una menor oxigenación o acumulación de residuos en ese periodo.

Los resultados fisicoquímicos del Tratamiento 2 (A) indican que el pH se mantuvo en un rango ligeramente básico (8.03 a 8.22), ideal para el desarrollo de la especie. En la quinta semana, la temperatura registró su valor máximo (27.48 °C), lo que contribuyó positivamente al incremento de la actividad metabólica tanto en los peces como en las plantas.

En cuanto a los sólidos disueltos, se observaron variaciones notables: un descenso en la semana 3 (221 ppm), seguido de un incremento en la semana 5 (269 ppm). El potencial redox (mV) también mostró oscilaciones, con el valor más bajo en la semana 2 (90 mV) y el más alto en la semana 3 (157 mV). La conductividad eléctrica osciló entre 378 y 419 $\mu\text{S}/\text{cm}$, manteniéndose dentro de niveles aceptables para acuaponía.

Figura 9. Toma de datos de tratamiento (2)T(A).



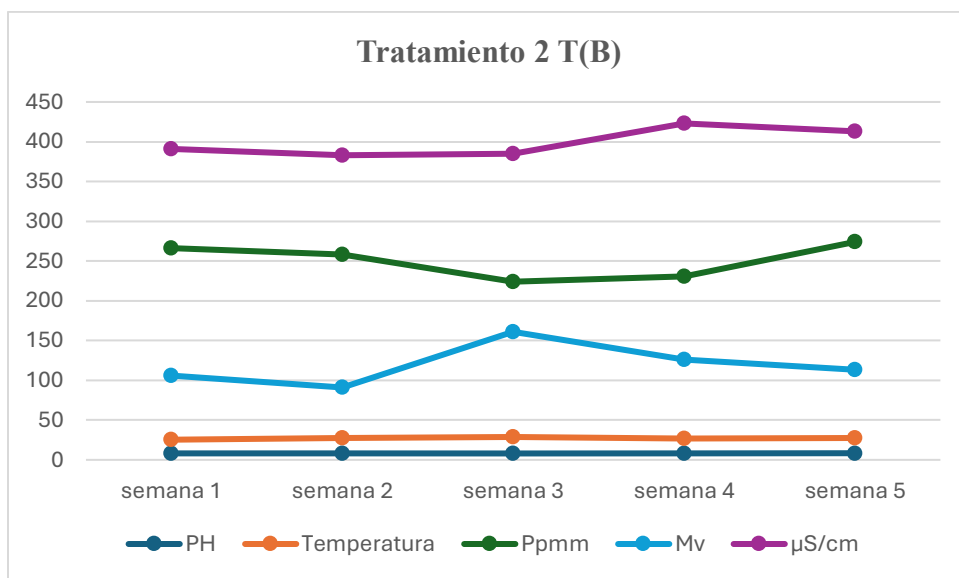
Auditoria propia.

El gráfico de este tratamiento evidencia picos de variación en PPM y mV, lo que sugiere momentos puntuales de acumulación y depuración del sistema, aunque en general se mantuvo dentro de parámetros normales.

Finalmente, en el Tratamiento 2 (B), el pH se mantuvo relativamente estable, con ligeros aumentos en la semana 5 (8.32). La temperatura también se mantuvo constante, variando de 25.35 °C a 27.7 °C. Los niveles de PPM mostraron una caída en la semana 3 (224 ppm), seguida

de un incremento en la semana 5 (274 ppm). El mV presentó su punto más alto en la semana 3 (161 mV), reflejando condiciones óptimas de oxidación, mientras que los valores más bajos se registraron en las semanas 2 y 5. La conductividad eléctrica fue el parámetro más estable, alcanzando un máximo de 423 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la semana 4.

Figura 10. Toma de datos de tratamiento (2)T(B).



Auditoria propia.

El gráfico confirma una evolución equilibrada del sistema, con buena oxigenación en la semana 3 y una recuperación gradual del PPM, lo que evidencia un entorno propicio para el desarrollo de los organismos.

A continuación, se expone los hallazgos del estudio fisicoquímico del sistema acuapónico. Se detectaron altos niveles de magnesio (300 mg/L) y calcio (50 mg/L), presentando una alcalinidad de 110 mg/L y un bicarbonato de 125 mg/L. Esto podría aumentar la dureza del agua e impactar tanto en la fisiología del chame (*Dormitator latifrons*) como en la de las especies

vegetales. El pH (8.10) y la temperatura (30 °C) se encontraban en el límite máximo sugerido, lo que podría propiciar la generación de amoníaco libre. No obstante, los niveles de TAN (0.08 mg/L) y NH₃ (0.010 mg/L) resultaron ser bajos, indicando que el sistema de filtrado está operando correctamente. Es importante controlar los niveles de nitrito, además de mejorar la aireación y gestionar adecuadamente los residuos orgánicos, con el fin de asegurar una producción estable y sostenible. Por lo general, aunque existen valores que no se encuentran en la zona ideal, el chame ha logrado adaptarse correctamente.

Tabla 13. *Analisis de calidad del agua del sistema acuapónico tratamiento 1.*

Parámetro	Símbolo	Unidad	Rango recomendado	Resultado
Potencial de hidrógeno	pH	–	7.5 – 8.5	8.1
Alcalinidad	AT	mg/L	120 – 250	230
Calcio	Ca ²⁺	mg/L	150 – 450	48
Magnesio	Mg ²⁺	mg/L	1200 – 1350	18
Potasio	K ⁺	mg/L	150 – 400	10.5
Nitrógeno total	N	mg/L	0.001 – 0.200	0.88
Ion amonio	NH ₄ ⁺	mg/L	0.0 – 0.26	0.95
Amoníaco	NH ₃	mg/L	0.0 – 0.24	0.84
Nitrógeno amoniacal total (TAN)	TAN	mg/L	0.0 – 0.20	0.112
Nitrito	NO ₂ ⁻	mg/L	0.0 – 0.660	0.080
Nitrato	NO ₃ ⁻	mg/L	1.70 – 3.10	3.18
Sulfuro de hidrógeno	SH ₂	mg/L	0.0 – 0.5	–
Fosfato	PO ₄ ³⁻	mg/L	0.01 – 0.40	0.62
Silicato	SiO ₂	mg/L	40 – 100	53
Hierro	Fe	mg/L	0.05 – 0.40	0.19

Auditoria propia.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos de la segundo tratamiento del sistema acuapónico reveló que algunas concentraciones estaban fuera del rango ideal. Se observaron niveles bajos de calcio, magnesio y potasio, así como valores elevados de nitrógeno total, amonio y amoníaco, lo que podría suponer un riesgo fisiológico para el chame (*Dormitator latifrons*). El pH, que se registró en 8.1, se mantuvo dentro del rango recomendado, lo que favorece una estabilidad relativa del sistema. Aunque los niveles de nitrato y fosfato superaron ligeramente los valores ideales, otros compuestos como TAN, nitrito, silicato y hierro se mantuvieron en niveles seguros. En general, el sistema mostró algunos desequilibrios que necesitan ajustes para asegurar condiciones óptimas de cultivo.

Tabla 14. *Análisis de calidad de agua del sistema acuapónico tratamiento 2.*

Análisis	Símbolo	Unidad	Rango recomendado	Resultado
Temperatura	–	°C	18 – 30	30.0
Potencial de hidrógeno	pH	–	7.0 – 8.0	8.10
Alcalinidad	AT	mg/L	20 – 60	110
Bicarbonato	HCO₃⁻	mg/L	40 – 120	125
Calcio	Ca²⁺	mg/L	10 – 40	50
Magnesio	Mg²⁺	mg/L	25 – 120	300
Potasio	K⁺	mg/L	10 – 35	12
Unidades de partículas de sales	UPS	mg/L	0.0 – 35	0.01
Cloruro de sodio	Cl⁻ Na⁺	mg/L	0.1 – 40	8.3
Cloro	Cl₂	mg/L	40 – 225	5.1

Sodio	Na⁺	mg/L	20 – 100	3.2
Total, de amonio (TAN)	TAM	mg/L	0.00 – 0.69	0.08
	(TAN)			
Amoniaco	NH₃	mg/L	0.000 – 0.500	0.010
Radical amonio	NH₄⁺	mg/L	0.0 – 1.04	0.12
Nitrógeno de nitrito	N–NO₂	mg/L	0.001 – 0.100	0.010
Nitrito	NO₂⁻	mg/L	0.003 – 0.330	0.156
Nitrógeno de nitrato	N–NO₃	mg/L	0.50 – 1.00	0.61
Nitrato	NO₃⁻	mg/L	2.20 – 4.40	2.86
Fosfato	PO₄³⁻	mg/L	0.10 – 0.30	0.12

Auditoria propia

3.1.3 Determinación los parámetros productivos del chame (*Dormitados latinfrens*) en un sistema acuapónico semi-intensivo (Evaluar la rentabilidad)

En cuanto a la rentabilidad de ambos experimentos al analizar costos de producción, distribución y estimar su utilidades , se obtuvo una rentabilidad de 28% para el tratamiento uno de 25 peces en cada tanque, y del 12% para el segundo tratamiento. En el segundo tratamiento a pesar de que en siembra inicial se ubicaron más peces se presentó mortalidad considerable en comparación del tratamiento uno, por esta razón la rentabilidad es menor (Tabla, 15, 16, 17, 18, 19,20, 21, 22). Lo que indicaría que la densidad de cultivo también es un factor importante para estimar las ganancias del cultivo. Cabe recalcar que, en un sistema acuapónico además de los peces cultivados, las ganancias también se obtienen de los productos agrarios producidos, sin embargo, en esta tesis este parámetro no se consideró.

Tabla 15. *Costo de producción de chame tratamiento 1.*

DETALLE	MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA DIRECTA	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			
			MPI (materia prima)	MOI (Mano de obra indirecta)	CI (otros costos)	
50 Chames	\$	18.00				
Alimentacion	\$	10.56				
Energia	\$	15.00				
Agua	\$	12.00				
Fletes					\$	10.00
1 Vitamina C	\$	12.00				
1 Peroxido	\$	9.00				
	\$	76.56	\$	-	\$	-
TOTAL					\$	10.00
						\$ 86.56

Auditoria Propia.

Tabla 16. *Costo de distribución.*

COSTOS DE DISTRIBUCION	
Gastos Administrativos	0
Gastos financieros	0
Gastos de ventas	15
TOTAL COSTO DE DISTRIBUCIÓN \$	15.00

Tabla 17. *Costo de producción.*

Costo de Producción	\$	86.56
Costo de distribución	\$	15.00
COSTO TOTAL	\$	101.56

Tabla 18. *Costo total unitario.*

Costo total unitario	\$	3.17
Utilidad %		28.39%
Precio de venta unitario	\$	0.90

Auditoria Propia.

Tabla 19. *Costo de producción de chame tratamiento 2.*

DETALLE	MATERIA PRIMA	MANO DE OBRA DIRECTA	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			
			MPI (materia prima indirecta)	MOI (Mano de obra indirecta)	CI (otros costos indirectos)	
100 Chames	\$	36.00				
Alimentacion	\$	5.28				
Enegir	\$	15.00				
Agua	\$	12.00				
Fletes					\$	10.00
1 Vitamina C	\$	12.00				
1 Peroxido	\$	9.00				
	\$	89.28	\$	-	\$	-
TOTAL						\$ 99.28

Auditoria Propia.

Tabla 20. *Costo de distribución.*

COSTOS DE DISTRIBUCION	
Gastos Administrativos	0
Gastos financieros	0
Gastos de ventas	15
TOTAL COSTO DE DISTRIBUCIÓN	15

Tabla 21. *Costo de producción.*

Costo de Producción	\$	99.28
Costo de distribución	\$	15.00
COSTO TOTAL	\$	114.28

Tabla 22. *Costo total unitario.*

Costo total unitario	\$	7.62
Utilidad %		12%
Precio de venta unitario	\$	0.90

Auditoria Propia.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación confirman que la densidad de siembra es un factor determinante en el desempeño productivo del chame (*Dormitator latifrons*) en sistemas acuapónicos semi-intensivos. La densidad de 25 peces/m³ registró una supervivencia del 88% y una ganancia de peso estable, mientras que la densidad de 50 peces/m³ presentó una mortalidad del 87% y un crecimiento irregular. Estos resultados concuerdan con estudios previos, como el de Hernández, J.(2021), realizada en La Paz, Baja California Sur 3 de Enero, quien reportó que altas densidades generan estrés, competencia por alimento y oxígeno, y mayor susceptibilidad a enfermedades. La reducción en la tasa de crecimiento específico (SGR) y el factor de conversión alimenticia (FCA) negativo en el tratamiento de alta densidad refuerzan la idea de que el hacinamiento compromete la eficiencia metabólica y la salud de los peces.

Por otro lado, la calidad del agua se vio directamente afectada por la densidad de peces. En el tratamiento de mayor densidad, se detectaron niveles elevados de amonio (0.95 mg/L) y nitritos (0.156 mg/L), lo cual supera los umbrales recomendados para la acuicultura de esta especie. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Sánchez, C.&, Torres, C. (2024), realizada en Ataya, Perú, quienes señalaron que la acumulación de metabolitos tóxicos en sistemas sobrecargados compromete la salud de los organismos.

Desde una perspectiva económica, ambos tratamientos mostraron porcentajes de utilidad bajos, lo que indica inviabilidad bajo las condiciones actuales, sin embargo, el tratamiento de baja densidad exhibió menor mortalidad y mejores indicadores zootécnicos, sugiriendo que, con ajustes en el manejo como la extensión del ciclo de cultivo para alcanzar tallas comerciales superiores y

la optimización de costos operativos, podría mejorarse su rentabilidad. Esta perspectiva es avalada por recomendaciones de Calderón, D; Olivas, J; &, Lujan, C.(2019), La investigación fue realizada en México, quienes proponen integrar estrategias de valor agregado y comercialización directa para incrementar los ingresos. En conclusión, el estudio evidencia la necesidad de balancear la densidad de siembra con la capacidad de filtrado biológico y la gestión económica del sistema para asegurar su sostenibilidad técnica y financiera.

Respuesta a la pregunta de Investigación

¿Cuál es la carga máxima de peces de chame (*Dormitator latifrons*) que puede mantenerse en un sistema acuapónico semi-intensivo en un tanque de 1000 L sin afectar su índice de crecimiento?

Según los hallazgos de esta investigación, la densidad máxima sugerida para la cría de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema semi-intensivo de 1000 litros de acuicultura es de (25 peces/m³). Los parámetros productivos, evidenció una tasa de crecimiento específico (TCE) más alta y una mortalidad reducida (36% vs 87% en 50 peces/m³). Que demostró una transformación alimentaria más eficaz (con menor FCA). La biomasa resultante fue sustentable sin evidencias de tensión en los peces.

Esto es debido a que cuando se tenía una densidad de 25 peces/m³, los niveles de amonio (NH₄⁺) y nitritos (NO₂⁻) en el agua se conservaron en umbrales seguros. Mientras que a 50 peces/m³, se produjo la acumulación de metabolitos como por ejemplo el amonio superior a 0.95 mg/L), lo que impactó la supervivencia. El pH y el oxígeno disuelto se mantuvieron más estables en condiciones de baja densidad.

Pese a que ambas densidades demostraron una rentabilidad reducida , la mortalidad más baja en 25 peces/1m³ indica una mayor viabilidad económica a largo plazo. El equilibrio entre costo y beneficio se potencia al disminuir las pérdidas por mortalidad y preservar la calidad del agua sin requerir inversión extra.

En este procedimiento, se detectó la multiplicación de hongos, particularmente en los ejemplares más vulnerables, impactando incluso a aquellos que al principio mostraban una respuesta inmunológica más intensa. Este suceso indica que la elevada cantidad de peces por metro cúbico provocó condiciones de tensión fisiológica, degradación de la calidad del agua y acumulación de materia orgánica, elementos que propician la aparición de patógenos oportunistas, como los hongos.

Conclusión

La densidad de 25 peces/1m³ demostró ser óptima para el cultivo de chame (*Dormitator latifrons*), con una supervivencia promedio del 68% (rango: 48-88%) y un crecimiento sostenido (peso final promedio: 29.44 g). En contraste, la densidad de 50 peces/1m³ registró una mortalidad crítica del 87% y crecimiento irregular (peso final promedio: 21.60 g), evidenciando estrés por hacinamiento, competencia por recursos y deterioro de la calidad del agua.

La alta densidad (50 peces/1m³) generó niveles perjudiciales de amonio (0.95 mg/L) y nitritos (0.156 mg/L), superando los umbrales seguros para la especie. En densidades bajas (25 peces/m³), estos parámetros se mantuvieron dentro de rangos aceptables (ej. amonio: 0.12 mg/L). Además, el pH (8.1) y temperatura (30°C) estuvieron en límites críticos, sugiriendo la necesidad de monitoreo constante para evitar toxicidad por amoníaco libre.

El índice de rentabilidad (IR) de 28% refleja baja viabilidad económica bajo las condiciones actuales. Esto se atribuye al peso promedio bajo de los peces (60 g) y altos costos operativos. Para mejorar la rentabilidad, se recomienda extender el ciclo de cultivo, permitiendo que los peces alcancen tallas comerciales (>150 g) que incrementen el valor de venta.

La densidad baja mostró una mejor eficiencia alimenticia ya que se observó un menor Factor de Conversión Alimenticia y biomasa total estable. La alta densidad registró un FCA negativo en semanas críticas, indicando pérdida de peso y acumulación de residuos orgánicos que afectaron la calidad del agua y favorecieron brotes de hongos.

Recomendaciones

Utilizar densidades de siembra bajas (≤ 25 peces/m) en sistemas acuapónico semi-intensivos de 1000 L para maximizar supervivencia y crecimiento.

Prolongar el ciclo del cultivo más allá de los 2.5 meses evaluado, con el fin de alcanzar peso comerciales mayores por unidad (superior a los 60g).

Implementar un monitoreo más riguroso y continuo de parámetros fisicoquímicos del agua, como pH, temperatura, oxígeno disuelto, amoníaco y nitratos, especialmente en sistema cerrados, para detectar a tiempo fluctuaciones que puedan afectar el rendimiento productivo del cultivo.

Priorizar ciclos de cultivo más largos y optimizar costos de insumos (balanceado, vitaminas) para mejorar rentabilidad.

Bibliografía

- Agudelo, W. (3 de 12 de 2021). *Universidad el Bosque Faculta de Ingenieria Programa Ingeniera Ambiental Bogota, 2021*. Propuesta de un sistema Acuaponia Para Promover la Agricultura Sostenible y Mejorar La Econimia Del Municipio De Tibacuy, Caso De Estudio Finca Naranjos.: https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/6e608765-57a1-480e-8b04-eb4f39cb122b/content?utm_source=chatgpt.com
- Aguilar, P., Garcia, J., & Martines, S. (01 de 07 de 2021). Acuaponia: Una alternativa versátil e integral en la producción de alimentos para el entorno mexicano. *Ciencia@UAQro*, 14(1), 43-54. <https://doi.org/https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/101/96>
- Asamblea Nacional del Ecuador*. (16 de 5 de 2020). Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca. Registro Oficial Suplemento No. 187.: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-05/Documento_Ley-Org%C3%A1nica-para-Desarrollo-Acuicultura-y-Pesca.pdf
- Bravo, C. (7 de 6 de 2019). *Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi Manuel Felix Lopez*. Caracterizacion Morfometrica y Meristica del Chame(Dormitator latifrins)de Productos Silvestre para la Cosecha del Recurso Zoogenetico Endogeno, Manabi-Ecuador.: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1036/1/TTMA52.pdf>
- Cagua, K., Pamela, L., & Miranda, G. (22 de 8 de 2025). *Universidad Tecnica de Manabi Faculta de Ciencias Veterinarias*. Google: https://es.slideshare.net/slideshow/420468428-cultivo-de-chame-1234pptx-pptx/269788247?utm_source=chatgpt.com

Castaño, J. (3 de 10 de 2021). *Universidad Tecnologia de Pereira Faculta de Ciencias Ambientales*. <https://doi.org/https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/f3c2a4cd-c701-4538-94c2-859d1e4072cb>

Cifuentes, A., Leguizamon, A., Zambrano, J., & Landines, M. (8 de 2 de 2023). *Universidad Nacional de Colombia*. <https://doi.org/https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/107673/90484>

Cotera, N. (31 de 3 de 2022). *Pontificia Universidad Catolica del Ecuador (Sede Esmeraldas)*. <https://doi.org/https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8729e4fb-0ea5-45bc-a325-c0820d8b760f/content>

Freire, C. (6 de 6 de 20213). *Universidad Tecnica de Machala y Universidad de Guayaquil*. Experiencias en el Manejo del Chame (*Dormitator latifrons*) en la Cuenca del Rios Guayas,Ecuador.: <file:///C:/Users/USER/Downloads/mcoes,+7.pdf>

Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Vala, K., Jijakli, H., & Thorarinsdott, R. (10 de 5 de 2015). *Sustainbiloty*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su7044199>

Haz, L. (26 de 8 de 2024). *Escuela Superior Politecnica Del Litoral (ESPOL) Intituto de Ciencias Humanistica y Economicas (I.C.H.E) Economia y Gestion Empresarial*. Produccion y Exportacion del Chame como Alternativa Comercial Del Ecuador.: <file:///C:/Users/USER/Downloads/T-31497%20HAZ%20ALVARADO.pdf>

Hernandes, J. (18 de 9 de 2017). *Universidad de Nariño Faculta de Ciencia Pecuarias Departamentos de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria En Produccion Acuicola Pasto-Colombia*. Estudio del potencial Acuicola del Cchame (*Dormitator latifrons* Ricardson,

1884), a Diferente Densidades en el Municipio de Arboleda Vereda Olivio, Departamento de Nariño, Colombia.: <https://sired.udenar.edu.co/9475/1/92161.pdf>

Hernandes, J. (3 de 3 de 2021). *Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, S.C.* https://doi.org/https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2171/1/hernandez_j%20TESIS.pdf?utm_source=chatgpt.com

Hernandez, J. (18 de 9 de 2017). *Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Pecuarias departamento de Recurso Hidrobiologicos Ingenieria en Produccion Acuicola Pasto Colombia.* Estudio del Pontencial Acuicola del Chame (*Dormitator latifrons* Richardson,1844), a diferentes Densidades de Siembra en el Municipio de Arboleda Vereda el Olivo, departamento de Nariño, Colombia.: <https://sired.udenar.edu.co/9475/1/92161.pdf>

Karaoui, I., Arioua, A., & Nouaim, W. (16 de 6 de 2017). *Scientific Research.* Evaluación del efecto del proceso de intercambio río-acuífero superficial en el deterioro de la calidad de las aguas superficiales.: https://www.scirp.org/pdf/GEP_2017061513384061.pdf

Leal, O. (11 de 10 de 2017). *Colegia de Posgraduados (Institucion de Enseñanza e Investigacion en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo).* https://doi.org/http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3983/LeaI_Ayala_OG_MC_Edafologia_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Leon, E. (2022). *Universidad Tecnica de Machala.* Analisis del uso indiscriminado del agua de insumos en la acuicultura y su encidencia en el ambiente.: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19783/1/ECUACA-2022-IAC-DE00019.pdf>

Machuca, C., & Rodrigues, J. (27 de 12 de 2022). *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo*. Crecimiento de Chame (*Dormitator latifrons* R.) Bajo Tres Densidades de Siembra, Con Tecnologia Biofloc.: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0df54a0a-354c-4c97-b0d8-297edbb86acf/content>

Martinez, J. (17 de 12 de 2021). *Falcuta de Ciencias Acropecuarias (Carrera de Ingenieria Acropecuaria)*. <https://doi.org/https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3349/3/Ulead-AGRO-0103.pdf>

Mendoza, I. (2025). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi - Extension Pedernales*. Sistema acuapónico para producción de lechuga (*Lactuca sativa*)y parámetros productivos de latilapia roja (*Oreochromis sp*)y tilapia negra (*Oreochromis niloticus*)enel CantónPedernales.: <https://core.ac.uk/reader/646323360>

Montenegro, C., & Vallejo, A. (31 de 7 de 2015). *Universidad de la Costa Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca Fundacion Juanambu San Juan de Pasto*. Estudio del Pontencial Acuicola del Chame (*Dormitator latifrons*), en la Veredad el Olivio, Municipio de Arboleda Berruecos Departamento de Nariño, Colombia.: <https://www.aunap.gov.co/documentos/OGCI/7-INFORME-FIANL-DE-CHAME.pdf>

Montenegro, C., & Castillo, A. (2015). *Universida de la costa autoridad de la acuicultura y pesca fundacion juanambu san juan del pasto*. <https://doi.org/https://www.aunap.gov.co/documentos/OGCI/7-INFORME-FIANL-DE-CHAME.pdf>

Paredes, E., & Bustamante, O. (15 de 12 de 2016). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi (Faculta Ciencias del Mar)*. Crecimiento del Chame (*Dormitator latifrons*. Richardson

1844) y del Rabano (*Raphanus sativus*. Linneo 1753), en un Cultivo Acuaponico con un Sistema de Recicurlacion.:
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/533/1/ULEAM-BLGO-0003.pdf>

Perez, M., Tellez, R., Avelino, R., & Tenorio, F. (15 de 10 de 2015). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*.
https://doi.org/https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol2num4/Ciencias%20Naturales%20y%20Agropecuarias%20Vol%202%20Num%204%20Final_3.pdf

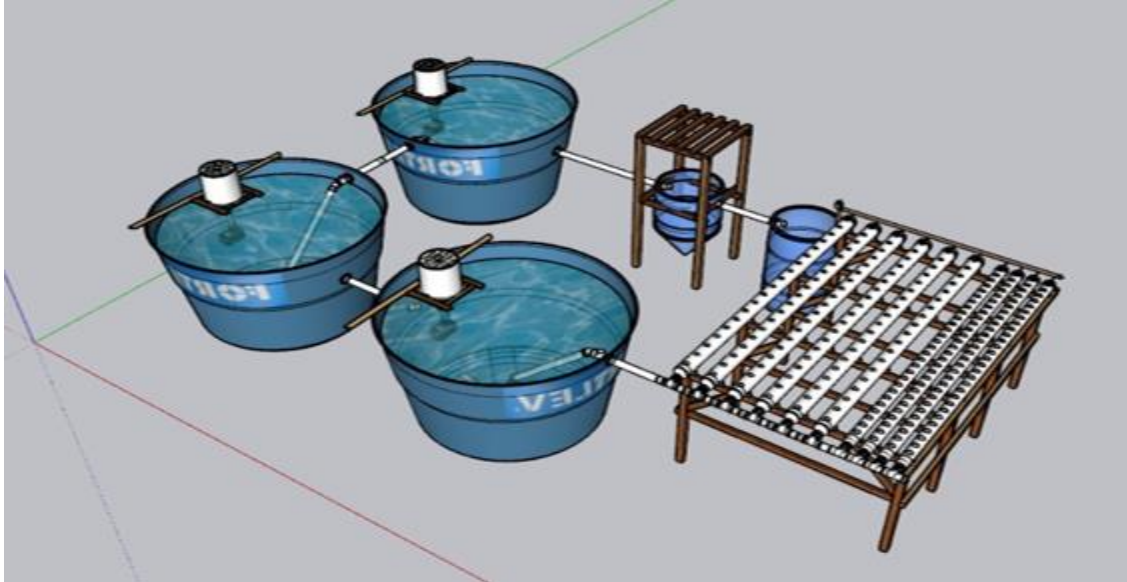
Prado, J. (27 de 9 de 2021). *Ministerio de Produccion, Comercial Exterior, Inversiones y Pesca*.
Propuesta de Reglamento a la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca.:
<https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/MPCEIP-DMPCEIP-2021-0066.pdf>

Rodriguez, H., & Anzola, E. (2014). *División de recursos acuicolas*. La calidad del agua y la productividad en un estanque en acuicultura:
<https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34940/27467.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zafra, A. (2 de 2 de 2015). *Sistema Acuapónico del Crecimiento de lechuga, Lactuca Sativa, con efluentes de cultivo de tilapia*. Google Academico:
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/770/694>

ANEXOS

Anexo 1. Modelo 3D del sistema Acuapónico semi-intensivo.



Fuente: Ivanna Mendosa, (2024).

Anexo 2. Proceso de aclimatación de chame (Dormitator latifrons).



Anexo 3. Adaptabilidad del chame y alimentacion suministrada



Anexo 4. Recirculación



Anexo 5. Registro de datos.



Anexo 6. Toma de datos multiparámetro.



Anexo 8. Peróxido de hidrogeno al 30%.



Anexo 7. Alimentos y vitamina.

