UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *Oreochromis niloticus*, Tilapia Gris”

TESIS

PRESENTADO POR:

Bachiller RONAL HUARILLOCLLA RAMOS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

MOQUEGUA – PERÚ

2022

Folio Nº 0040

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución DE FACULTAD Nº 342-2022-FACIA-UNAM

Fecha: 02 de Diciembre de 2022

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

"EFECTO DE LA ADICION DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE Oreochromis niloticus TILAPIA GRIS"

Bachiller: RONAL HUARILLOCLLA RAMOS

Asesor Principal: Dra. SHEDA MENDEZ ANCCA

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por MAYORIA la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: CATORCE (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 18:25 horas, del 02 de Diciembre del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. Mario Ruiz Choque
Presidente

Msc. Alejandro Marcelo Gonzales Vargas
Primer Miembro

Msc. Sucy Alicia Caballero Apaza
Segundo Miembro

Ronal Huarillocla Ramos
Bachiller

DEDICATORIA

A mi madre y mis padres, por haberme forjado con valores que soy en día, por su apoyo y por creer en mí, a mis hermanos y demás familia en general que siempre me apoyaron con sus consejos en el transcurso de cada año de mi vida universitaria esta dedicatoria es una oportunidad de decirles gracias por todo, los amo muchísimo, my family is my life.

AGRADECIMIENTO

Con el tiempo entendí que en la vida se cuenta con una serie de retos que buscan ser cumplidos, uno de estos es el presente trabajo de investigación; el cual no se vería realizado, de no ser por la colaboración y participación de los siguientes:

A Dios, por guiarme durante todo este camino y brindarme las herramientas necesarias para que este reto se vea realizado.

A mi familia, por no perder la esperanza de ver concretado un objetivo más en mi vida profesional y siempre brindarme el apoyo para salir adelante ante situaciones adversas.

A mi asesora y muy quería docente Dra. Sheda Mendez Ancca, por todo su apoyo incondicional que siempre me brindo desde que empecé mi carrera profesional; con sus consejos y recomendaciones en el desarrollo de este trabajo.

A Brandom, Laris, Rosmery, Yesica, Gino por la dedicación de tiempo y aporte de conocimientos en la realización de la presente investigación.

Finalmente, a todas las personas dentro de la casa de estudios que me brindaron su amistad, su soporte, sus consejos y sobre todo la paciencia en cuanto me ofrecieron su apoyo. A todos ellos mi más grande agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en evaluar el efecto como complemento alimenticio del biofloc en el crecimiento de 'Tilapia Gris' *Oreochromis niloticus* en la etapa de alevinos. El estudio se desarrolló en el laboratorio de Acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua se obtuvo 500 alevinos de tilapia en etapa 1 con 15 días de eclosión como población universo; donde se muestreo de forma aleatoria 112 individuos y colocados en cuatro acuarios con sistema de aireación, con los que se experimentó aplicando 1 tratamiento con 3 réplicas de cultivo de alevines adicionados con biofloc en tres acuarios, y para contraste otro cultivo de alevines convencional en un acuario, a modo de control. De esta manera se hizo el estudio comparativo; donde se determinó la talla, peso y tasa de supervivencia de los alevinos. El experimento duro 68 días, y en ese transcurso se colectaron muestras de tallas medidas 112 alevinos (28 por tratamiento), Los resultados muestran que existe un aumento en las tallas conforme se diferencia de los tratamientos, indica que existe diferencia significativa entre tratamientos para las tallas de alevinos, donde las tallas en la T1C (77.48) y Tc (86.20) no presentan diferencia significativa, además que estos dos si difieren significativamente del T1B (47.82) y T1A (14.50). Mientras que las características descriptivas de los pesos medidos a 112 alevinos, los resultados muestran que existe un aumento en los pesos conforme va aumentando la fecha de medición, para este cambio entre los tratamientos, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos para los pesos de alevinos, donde los pesos del T1B (R=54.18) y T1C (R=69.64) no presentan diferencia significativa; entre tanto, los pesos del T1A (R=14.50) y Tc (87.68) existe diferencia significativa en comparación con los demás grupos. Los resultados para la evaluación de supervivencia indica que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos.

Palabras Clave: Acuicultura, biofloc, alevines, tilapia gris.

ABSTRACT

The present research work consists of evaluating the effect as a food supplement of biofloc on the growth of 'Grey Tilapia' Oreochromis niloticus in the fingerling stage. The study was realizaded in the Aquaculture laboratory of the Professional School of Fishery Engineering of the National University of Moquegua, 500 tilapia fingerlings were obtained in stage 1 with 15 days of hatching as a universe population; where 112 individuals were randomly sampled and placed in four aquariums with aeration system, with which 1 treatment was applied with 3 replicates of fingerling culture added with biofloc in three aquariums, and for contrast another conventional fingerling culture in a aquarium, as a control. In this way the comparative study was made; where the size, weight and survival rate of the fry were determined. The experiment lasted 68 days, and during that course samples of sizes measured from 112 fingerlings (28 per treatment) were collected. The results show that there is an increase in sizes as the treatments differ, indicating that there is a significant difference between treatments for the sizes of fingerlings, where the sizes in the T1C (77.48) and Tc (86.20) do not present a significant difference, in addition to these two if they differ significantly from the T1B (47.82) and T1A (14.50). While the descriptive characteristics of the weights measured at 112 fingerlings, the results show that there is an increase in the weights as the measurement date increases, for this change between the treatments, it indicates that there is a significant difference between the treatments for the weights of fingerlings, where the weights of T1B (R=54.18) and T1C (R=69.64) do not present a significant difference; meanwhile, the weights of T1A (R=14.50) and Tc (87.68) there is a significant difference compared to the other groups. The results for the survival evaluation indicate that there is no significant difference between all the treatments.

Keywords: Aquaculture, biofloc, fingerlings, gray tilapia.

INDICE

INTRODUCCIÓN 10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.1 Descripción y formulación del problema 12
1.1.1 Formulación del problema 14
1.2 Objetivos 14
1.2.1 Objetivo general 14
1.2.2 Objetivos específicos 14
1.3 Justificación e importancia 15
1.4 Hipótesis 16
1.4.1 Hipótesis general 16
1.4.2 Hipótesis nula 16
1.4.3 Hipótesis específicas 16
1.5 Variables 17
II. MARCO TEÓRICO 18
2.1 Antecedentes del estudio 18
2.2 Bases teóricas 22
2.2.1 Aspectos biológicos de la tilapia gris 25
2.2.2 Calidad de agua en el cultivo de tilapia gris. 30
2.2.3 Cultivo en sistemas de biofloc (SBF). 31
2.2.4 Aporte nutricional del sistema biofloc 35
2.2.5 Cultivo de tilapia gris en sistema biofloc 37
2.3 Definición de términos 39
III. METODOLOGÍA 40
3.1 Tipo y nivel de investigación 40
3.1.1 Nivel de investigación 40
3.2 Ámbito temporal y espacial 40
3.3 Población y muestra 41
3.3.1 La población 41
3.3.2 Muestra 42
3.4 Procedimientos 43
3.4.1 Materiales, equipos e insumos 43
3.4.2 Desarrollo del trabajo de investigación 44
3.4.2.1 Adecuación de acuarios 44
3.4.2.2 Obtención de alevinos. 46
3.4.2.3 Cultivo del biofloc 48

3.4.2.4 Etapa experimental 50
3.5 Análisis de datos 57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 58
4.1 Resultados 58
4.2 Discusiones 68
V. CONCLUSIONES 69
VI. RECOMENDACIONES 70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....17

Tabla 2 Tasa de crecimiento absoluta (tc) de la tilapia gris. 27

Tabla 3 Frecuencia y tasa de alimentación para estadios iniciales de la tilapia gris. 29

Tabla 4 Exigencias del contenido proteico en el alimento balanceado para tilapia gris. 29

Tabla 5 Parámetros físico-químicos de la calidad del agua en el cultivo de tilapia gris. 30

Tabla 6 Parámetros de calidad de agua a considerar en el sistema biofloc (sbf). 33

Tabla 7 Diseño experimental.....42

Tabla 8. Características descriptivas de la talla (cm) de alevinos por tratamiento 58

Tabla 9. Características descriptivas de la talla (cm) de alevinos por tratamiento. 59

Tabla 10. Prueba posthoc comparación entre parejas de tratamientos para las tallas (cm). 61

Tabla 11. Características descriptivas del peso (g) por tratamiento. 61

Tabla 12. Características descriptivas del peso (g) por tratamiento. 63

Tabla 13. Prueba posthoc comparación entre parejas de tratamientos para los pesos (g) 64

Tabla 14. Características descriptivas de la supervivencia por tratamiento.....65

Tabla 15. Valores promedio obtenidos en la evaluación del efecto de la adición de biofloc como complemento de la alimentación convencional, en el crecimiento de los alevinos de Oreochromis niloticus, Tilapia gris. 66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción de tilapia gris (Oreochromis niloticus) en el Perú desde 1975 hasta 2020 24

Figura 2 Lugar de ejecución del trabajo de tesis 41

Figura 3 Diagrama del trabajo de investigación 44

Figura 4 Adecuación de acuarios.....45

Figura 5 Adecuación de acuarios.....46

Figura 6 Obtención de alevinos de tilapia gris.....47

Figura 7 Cultivo de biofloc. 48

Figura 8 Medición de cultivo de biofloc. 49

Figura 9 Vista microscópica de biofloc.....50

Figura 10 Sumintro de alimentación. 51

Figura 11 Censos de peso y talla.....52

Figura 12 Medición de calidad de agua cultivo de alevinos.....53

Figura 13 Medición de calidad de agua cultivo de biofloc. 54

Figura 14 Fotómetro Hanna. 55

Figura 15 Batería de acuarios.....56

Figura 16 Talla (cm) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento 59

Figura 17 Talla (cm) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición. ..60

Figura 18 Peso (g) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento.....62

Figura 19 Peso (g) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición.....64

Figura 20. Supervivencia (%) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición. 66

INTRODUCCIÓN

Los sistemas tradicionales de producción pesquera intensiva y/o superintensiva en el Perú han comenzado a crecer, mientras que la necesidad de utilizar los recursos naturales (agua y tierra disponible) para el desarrollo de esta actividad es cada vez más limitada, ya que este tipo de producción es caracterizada por altas densidades de carga, por lo tanto, alto recambio de agua y uso de grandes cantidades de alimento balanceado. Como resultado del cultivo, los recipientes de agua y/o suelo se verán afectados por componentes orgánicos e inorgánicos, lo que resultará en eutrofización de los cuerpos de agua, presencia de patógenos, etc.

El presente trabajo de investigación consiste en evaluar el efecto como complemento alimenticio del biofloc en el crecimiento de 'Tilapia Gris' *Oreochromis niloticus* en la etapa de alevinos utilizando una fuente de carbono (melaza), su principal ventaja de estimular el crecimiento de bacterias heterótrofas que convierten el amoníaco tóxico en biomasa microbiana (Avnimelech *et al*. 2008) para ser utilizados como alimento para animales de granja (Azim y Little, 2008), y en el caso específico de la tilapia, se ha demostrado su uso debido a sus hábitos alimenticios (Azim y Little, 2008).

Para el reciclaje de saturación de nutrientes en agricultura intensiva (Avnimelech *et al.* 2008) se menciona que el sistema biofloc se basa en el aprovechamiento de residuos de alimentos, sustancias orgánicas y microorganismos inorgánicos tóxicos en un ambiente que brinda condiciones favorables para comunidad bacterianas autótrofos, quimioautótrofos y heterótrofos.

En el presente trabajo tiene como hipótesis, si existirá diferencia significativa en el crecimiento de “Tilapia Gris” *Oreochromis niloticus* empleando como complemento alimenticio el Biofloc, además se evaluará parámetros de crecimiento (Peso, Talla y Sobrevivencia). El objetivo

del presente trabajo es EVALUAR EL EFECTO DE LA ADICIÓN DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO DE LA ALIMENTACIÓN CONVENCIONAL, EN EL CRECIMIENTO DE LOS ALEVINOS DE Oreochromis niloticus, Tilapia Gris.), la etapa experimental se realizó en el laboratorio de acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería pesquera en la Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo, que cuenta con los recursos disponibles para desarrollar la actividad de investigación.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema

La acuicultura en sí misma juega un papel importante en el suministro de recursos acuáticos vivos para satisfacer las necesidades alimentarias y nutricionales; sin embargo, se ve obstaculizado por los altos costos de los alimentos, la escasez de agua y tierra, y los desafíos ambientales que dificultan su desarrollo viable. El uso inadecuado de la transferencia de tecnología para promover el crecimiento de las especies de tilapia del Nilo *(Oreochromis niloticus)* reduce el desempeño financiero de las empresas acuícolas. Por lo tanto, se deben utilizar nuevas tecnologías para mejorar el crecimiento de los peces (FAO, 2014).

En la acuicultura, para lograr un crecimiento óptimo de las especies de peces en las primeras etapas de los sistemas de cultivo tradicionales, es necesario proporcionar alimentos con altas concentraciones de proteínas y lípidos para lograr índices de conversión de alimentos más altos. La insuficiencia de crecimiento y supervivencia depende del alimento y de su contenido en proteínas y lípidos esenciales, que se requieren en mayor medida en la primera fase. El cultivo de tilapia utiliza una variedad de dietas balanceadas que van desde 20% a 50% de proteína y 5% a 15% de grasa (Craig y Helfrich, 2002); se determinó un contenido de proteína del 45% para producir suficiente energía para el crecimiento de los peces (Abdul *et al.* 1988), y la proteína es la principal fuente de energía dietética (Smith y Dall, 1991). Sin embargo, con respecto a los lípidos, si la dieta proporcionada contiene menos del 5% de lípidos, la tilapia no puede utilizarlos de manera eficiente como fuente de energía. De esto se puede concluir que se deben fomentar fuentes adicionales de proteína que promuevan el crecimiento de los peces. (Boscolo *et al.* 2005).

El uso de sistemas de biofloc en piscicultura es una nueva alternativa tecnológica que promueve el crecimiento y la supervivencia de diversas especies, como la tilapia del Nilo, que se cultiva (Nguyen, 2018).

Por otro lado, los sistemas de biofloc ofrecen un enfoque diferente, utilizando eficientemente los nutrientes en la acuicultura, donde la entrada de nutrientes es más importante (Avnimelech, 2014). La dinámica del sistema se basa en el manejo adecuado de la relación carbono:nitrógeno (C:N), el secuestro y asimilación de nutrientes en el agua por parte de la biomasa bacteriana heterótrofa, que son las encargadas de estimular la producción de proteínas microbianas (flóculos); se ve afectado por interacciones entre parámetros fisicoquímicos en el agua, que a su vez afectan a los organismos del sistema (Ariza 1997). El sistema biofloc tiene mayor importancia económica ya que produce un recurso sano y de buena calidad (Watanabe, 2002), proporcionando una fuente de proteínas y lípidos como nutrientes, que determinan la viabilidad de su uso en acuicultura; como fuente de alimentación in situ (Crab, 2010) o como componente en composiciones de alimentos balanceados (Kuhn 2009), teniendo en cuenta su digestibilidad, valor nutricional, sabor, etc. evaluación (Schryver, 2008).

El sistema Biofloc es una nueva tecnología que se puede utilizar como alternativa a los suplementos nutricionales debido a la alta concentración de proteínas y lípidos en las primeras etapas de crianza y en la acuicultura en general. El fundamento de este sistema es transformar los nutrientes manteniendo una relación alta (C:N) en el agua para estimular el crecimiento de bacterias heterótrofas que convierten el amoníaco en biomasa microbiana en sistemas con ciclos de nutrientes limitados o nulos. agua (Avnimelech, 1999).

1.1.1 Formulación del problema

Ante esta realidad de inexistencia de investigaciones locales, sobre el efecto del biofloc en el crecimiento de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris), se genera la siguiente interrogante.

¿Cuál es el efecto de la adición de biofloc como complemento alimenticio en el crecimiento de los alevinos de *Oreochromis niloticus*, tilapia gris?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- EVALUAR EL EFECTO DE LA ADICIÓN DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO DE LA ALIMENTACIÓN CONVENCIONAL, EN EL CRECIMIENTO DE LOS ALEVINOS DE *Oreochromis niloticus*, Tilapia Gris.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la talla de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris) en un sistema de cultivo adicionando biofloc como complemento alimenticio.
- Determinar el peso de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris) en un sistema de cultivo adicionando biofloc como complemento alimenticio.
- Determinar la tasa de supervivencia de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris) en un sistema de cultivo adicionando biofloc como complemento alimenticio.

1.3 Justificación e importancia

En este trabajo de investigación se realizan actividades acuícolas con el objetivo de diversificarse y desarrollarse con el objetivo principal de producir peces sin aumentar significativamente el uso de los recursos naturales básicos agua y suelo (Avnimelech *et al.* 2008); Es por ello que el uso de la tecnología biofloc en el cultivo de la "tilapia del Nilo" *Oreochromis niloticus* se basa en el aprovechamiento de residuos de alimentos, materia orgánica y microorganismos inorgánicos tóxicos en el medio acuático, proporcionando condiciones favorables para las comunidades quimio/fotobacterianas autótrofas y heterótrofas. , y así resolver fundamentalmente el problema de la saturación de nutrientes en su procesamiento (Avnimelech, 2009).

Esta técnica es una forma de producción acuícola particularmente intensiva que enfrenta desafíos operativos como el aumento de la biomasa por unidad de volumen de agua y la disminución del consumo de agua (Avnimelech, 2009). Aunque todavía hay muchas incógnitas, el hecho que el biofloc trate conceptualmente los residuos como una opción para la producción in situ lo convierte en una alternativa factible y respetuosa con el ecosistema, ya que ahorra agua y recicla nutrientes al tiempo que reduce las emisiones contaminantes. (Wasielsky, 2006).

A través del presente trabajo se pretende lograr los cimientos de un nuevo conocimiento, en la aplicación de biofloc que coadyuve a mejorar el crecimiento y supervivencia en el cultivo de los peces dentro de la Región Moquegua. Por ello, es necesario implementar y experimentar centros de cultivo en los que se apliquen el sistema de biofloc con el fin de demostrar que la aplicación de este sistema es aumentar el crecimiento y supervivencia de los peces y que mejore la rentabilidad de los cultivos acuáticos.

Además de generar una cultura de investigación base para que se siga desarrollando este tipo de sistemas con el afán de mejorar el rendimiento en el cultivo de los peces, tal como vienen realizando otras industrias piscícolas a nivel nacional e internacional.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

- La adición de biofloc como complemento alimenticio incrementa significativamente el crecimiento de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris).

1.4.2 Hipótesis nula

- La adición de biofloc como complemento alimenticio no incrementa significativamente el crecimiento de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris).

1.4.3 Hipótesis específicas

- La adición de biofloc incrementa significativamente la talla de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris).
- La adición de biofloc incrementa significativamente el peso de los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilapia gris).
- Se presentan altas tasas de supervivencia con la adición de biofloc.

1.5 Variables

El presente estudio se apoya de dos (02) variables cuantitativas continuas, las cuales presentan una relación causa y efecto, por lo que se definiría una variable independiente y otra dependiente.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables Conceptuales	***Dimensión***	***Indicador***
Variable independiente *Medio de cultivo*	Parámetros de calidad de agua	- Temperatura (°C) - pH (unidades) - Oxigeno Disuelto (mg/l) - Nitritos (mg/l) - Nitratos (mg/l) - DQO (mg/l)
Variables dependientes *Parámetros productivos acuícolas*	**a)** Masa	**a) Peso de alevino (g)**
	b) Longitud	**b) Talla de alevinos (cm)**
	c) Sobrevivencia	**c) % Sobrevivencia:** (Is – Ic)/Is

Nota: En la tabla se muestra la operacionalización de variables independiente y dependiente del trabajo de investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Crecimiento de tilapia nilótica O*reochromis niloticus* (linnaeus, 1758) a dos densidades en la etapa de pre-cria cultivado bajo el sistema de biofloc con dos fuentes de carbono, Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú 2019, La presente investigación se desarrolló en el Caserío de Rio Seco, Castilla, Piura - Perú, entre marzo y julio del 2019; el proyecto tuvo una duración de marzo a julio del 2019, el objetivo fue evaluar el crecimiento de tilapia nilótica "*Oreochromis niloticus"* (Linnaeus, 1758) a dos densidades en la etapa de pre-cría cultivado bajo el sistema de biofloc con dos fuentes de carbono melaza y cachaza en tanques circulares, los factores evaluados fueron la densidad de siembra y la fuente de carbono. Se trabajó con dos tratamientos y dos densidades respectivamente. La supervivencia obtenida para los tratamientos D1M (Densidad 1 (246 Alev./m3) Melaza) y D2M (Densidad 2 (389 Alev./m3) Melaza) fue 95.49 % y 98.61 %, respectivamente; para el tratamiento D1C (Densidad 1 (246 Alev./m3) Cachaza) y D2C (Densidad 2 (389 Alev./m3) Cachaza) de 94.64 % y 96.55 % respectivamente; la biomasa obtenida en los tratamientos fue D1M y D2M, D1C Y D2C fueron 358.48 Kg , 447,6 Kg, 250.13 Kg y 417.44 Kg respectivamente; el factor de conversión alimenticia fue 0.72 para D1M y D2M; para cachaza D1C y D2C fue de 1.30 y 1.05 respectivamente. El peso promedio finales para D1M Y D2M, D1C Y D2C fueron de 42.51 g, 30.88 g, 29.93 g y 33.3 g respectivamente, obtenidos en 42 días. Los parámetros físico-químicos del agua estuvieron entre los rangos: temperatura (26.53 °C - 31.54 °C), oxígeno disuelto (2.73 mg/L y 3.67 mg/L), pH (6.76 y 7.14), nitrógeno amoniacal total (de 0.3 mg/L y 1.23 mg/L), nitritos (por debajo de 0.27 mg/L), nitratos (por debajo de 54 mg/L) y solidos sedimentables (por debajo30 ml.L). No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los mejores resultados en supervivencia,

biomasa, crecimiento en peso y talla y estabilidad del sistema biofloc fueron con la fuente de carbono melaza con la Densidad 2 (389 Alev./m3). (Saavedra, 2022).

Cultivo experimental de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en sistemas con recambio de agua y con tecnología biofloc, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú 2020. La investigación evaluó el cultivo experimental de tilapia *Oreochromis niloticus* en dos sistemas: (i) cero recambios de agua y tecnología biofloc (SBF), y (ii) recambio de agua al 20% (Control), durante la fase I de inversión sexual (400 alevines por tanque con pesos promedios de 0.012 ± 0.001g) y la fase II de pre-cría (100 alevines por tanque con pesos promedios de 0.128 ± 0.001g), en 28 y 35 días respectivamente. Se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos (Control y SBF), cada uno con cuatro repeticiones distribuidos en ocho tanques de 0.03 m3. Se administró una dieta comercial de 46.5% de proteína a tasas alimenticias del 30% (fase I) y 15% (fase II), asimismo, se adicionó melaza (carbono orgánico) y bicarbonato de sodio (carbonatos) al inicio de cada fase. Semanalmente se monitorearon los parámetros productivos de los peces y parámetros de la calidad del agua. En la fase I, los alevines de tilapia cultivados en el tratamiento SBF obtuvieron los mejores valores productivos (supervivencia: 67.25%, biomasa: 34.540 g, T.C.: 0.004 g.día-1, T.C.E.: 8.501%.día-1, menor tasa de conversión alimenticia: 3.082), debido a la producción de sólidos sedimentables (hasta 24 ml.l-1), que a través de los compuestos bioactivos propios del biofloc, confirió resistencia a los peces ante las variaciones de la alcalinidad total y compuestos nitrogenados tóxicos. Por el contrario, en la fase II, los alevines de tilapia cultivados en el tratamiento control obtuvieron mejores valores productivos (supervivencia: 94.67%, biomasa: 442.700 g, T.C: 0.130 g.día-1, T.C.E: 10.203%.día-1), por efecto de los recambios diarios de agua que disminuyeron las concentraciones de compuestos nitrogenados tóxicos, lo cual favoreció en el crecimiento de los peces. Durante ambas fases, el tratamiento SBF mantuvo una relación C:N baja (6.72),

ocasionando que las bacterias heterótrofas no asimilen adecuadamente el NAT, lo cual se evidencia con la decreciente producción del floc. (Zapata, 2020).

Crecimiento bacteriano en un sistema de biofloc a diferentes niveles de proteína del alimento de alevines de tilapia (Oreochromis niloticus), Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú 2019, El presente trabajo tuvo como finalidad evaluar la densidad de bacterias y su relación con la calidad de agua en un cultivo experimental de peces empleando Tecnología Biofloc (TBF). El estudio se desarrolló en el Centro de Investigación Piscícola (CINPIS) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima – Perú) durante 8 semanas, donde se comparó los efectos de la aplicación de tres porcentajes de proteína del alimento en la producción de bacterias heterótrofas en un cultivo experimental de Tilapia Nilotica (Oreochromis niloticus), los tratamientos proteicos empleados fueron de 30 porciento (T1), 35 porciento (T2) y 40 porciento (T3) bajo un diseño experimental de 3x3 aleatorizado. Se empleó la relación C:N de 10:1 y se estandarizó la concentración de bicarbonato de calcio (CaCO3) superior a 70 mg.L-1 en todos los tratamientos para promover el crecimiento bacteriano. Las condiciones medioambientales fueron mantenidas con un promedio de 28.2±0.5°C de temperatura, 6.74±0.3 mg.L-1 de oxígeno disuelto (OD), pH a 7.72±0.12 y se realizaron filtraciones semanales para mantener los niveles de sólidos en rangos adecuados (SST<500 mg.L-1). La densidad de bacterias heterótrofas fue estadísticamente superior en el tratamiento T3 (5.94±0.55 logUFC.ml-1) el cual consumió rápidamente carbonatos hasta un valor de 57.91 mg.L-1, esta estuvo influenciada principalmente por la relación C:N y la fuente de carbono empleado (melaza) que tuvo un efecto en los niveles de sólidos en los tratamientos, especialmente en los tratamientos T2 y T3 (525.45±50.31 mg.L-1). Los valores promedio de amoniaco se mantuvieron alrededor de los 0.08±0.012 mg.L-1 en todos los tratamientos indicando que el sistema de depuración de nutrientes fue efectivo sobre todo en los tratamientos que recibieron mayor cantidad de proteínas, y que a su vez permitieron

un mejor crecimiento de los peces cultivados en comparación a los tratamientos que recibieron alimento con bajas concentraciones proteicas. (Verastegui, 2019)

Influencia de la densidad de cultivo sobre el estrés en juveniles de *Oreochromis niloticus* cultivados en sistemas con tecnología Biofloc, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú 2019, El empleo de organismos acuáticos para el cultivo en altas densidades como un medio para aumentar la productividad se ha convertido en una tendencia importante de los acuicultores a nivel mundial. El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de diferentes densidades de cultivo sobre los parámetros bioquímicos y hematológicos en individuos juveniles de O. niloticus cultivados en un sistema de producción con tecnología biofloc. Se trabajó con tres tratamientos, en las siguientes cargas iniciales: 3.12, 8.42 y 15.57 Kg/m3 (T1, T2 y T3, respectivamente), en un volumen de agua de 250 L y peso total promedio de 88.9 ± 2.54 g. Los tratamientos fueron mantenidos en una relación de C:N de 15:1. El experimento duró 57 días, y en ese transcurso se colectó tres muestras de sangre (al inicio, intermedio, y final del experimento), mediante punción de la vena caudal. Se extrajo 0.5 mL del 20% de la población por cada repetición para cuantificar parámetros bioquímicos, y 0.5 mL de otro 20% de la población para cuantificar parámetros hematológicos a través de métodos estandarizados. Se realizaron biometrías quincenales para evaluar el desempeño productivo de la tilapia. Los resultados mostraron un incremento en los parámetros bioquímicos y hematológicos al inicio del experimento en los tres tratamientos, con un descenso hacia el final del experimento en los niveles de cortisol, hemoglobina, hematocrito y en el conteo de eritrocitos. Se presentó diferencias significativas en temperatura, conductividad y sólidos sedimentables de T1 y T2 frente a T3; mientras que se determinó diferencias entre todos los tratamientos en oxígeno disuelto, porcentaje de saturación, pH, nitrógeno amoniacal total y amonio no ionizado y nitrato ($p<0.05$), sin embargo, los datos obtenidos se encuentran dentro del rango óptimo para el cultivo, a

excepción de la conductividad eléctrica. Los resultados referentes a parámetros productivos indicaron inhibición del crecimiento en los tres tratamientos durante las primeras 4 semanas, luego del cual hubo un incremento del peso, alcanzando T2 y T3 mayor ganancia de peso, respecto de T1. A su vez, se obtuvo sobrevivencias superiores al 95% en todos los tratamientos. (Aquino, 2019).

2.2 Bases teóricas

La tilapia es un pez de agua dulce originario de África. Su nombre deriva del swahili para pez (Baltazar, 2007) y pertenece a Perciformes, orden Cichlidae (Costa, 2012), que incluye principalmente los géneros Oreochromis, Sarotherodon y Tilapia (Luchini, 2006). Los primeros registros de este pescado datan de la década de 1950, y durante la Segunda Guerra Mundial fue comercializado por su contenido proteico (Ruiz, 2006). Posteriormente, se realizaron una serie de encuestas sobre el desarrollo de la acuicultura rural en el Congo, dado su alto índice reproductivo, alta tolerancia a la baja calidad del agua, diverso consumo de alimentos, fácil comercialización y mejora del nivel de vida (Fávero, 2010). A lo largo de los años, más de cien países lo han introducido en la acuicultura para aumentar la producción y garantizar la sostenibilidad operativa. (Baltazar, 2007). La taxonomía correspondiente de la tilapia, se muestra a continuación:

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Chordata
Clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Perciformes

Familia	:	Cichlidae
Género	:	Oreochromis
Especie	:	niloticus
Variedad	:	Chitralada
Nombre Común	:	“Tilapia Nilótica” o “Tilapia del Nilo”

Su resistencia a enfermedades, su fácil reproducción y su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidades de agua lo ha hecho una de las especies más populares en la acuicultura de varios países en el mundo (Vega *et al*. 2010).

La tilapia es actualmente la tercera especie más cultivada después de la carpa y el salmón (El Sayed, 2006). La especie Oreochromis niloticus es originaria del valle del Jordán ya lo largo del río Palestina (Costa, 2012) y representa aproximadamente el 70 % de la tilapia cultivada en el mundo (Nogueira, 2003). La variedad destaca por su amplia resistencia a diversos factores ambientales, combinación de técnicas, rápido crecimiento y alta productividad de alevinos. (Costa, 2012).

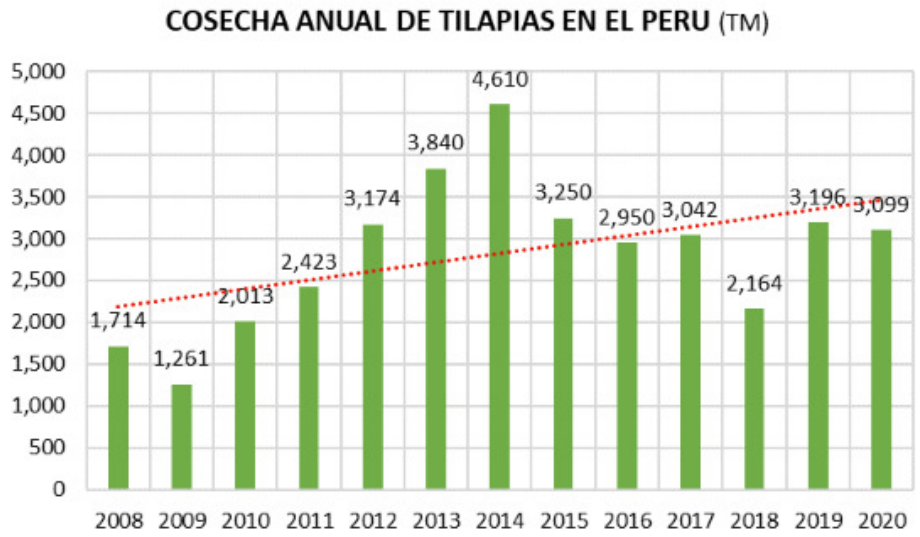
En Perú, en la década de 1960, la Dirección General de Caza y Pesca del Ministerio de Fomento y Agricultura introdujo la tilapia rendalli en las provincias de San Martín, Loreto y Lambayeque, pero no se cultivó con éxito (Moscoso, 2001). En la década de 1970, el Instituto Peruano de Investigaciones Marinas (IMARPE) junto con la Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM) introdujeron a O. La tilapia del Nilo, *O. hornorum* y *O. mossambica* se utiliza con fines de investigación y para desarrollar este cultivo en zonas de selva alta con buenos resultados de cultivo. (Baltazar, 2009).

En la actualidad se cultiva de diversas formas, desde pequeñas balsas hasta grandes embalses; sobre la base de aceptar los mercados nacionales e internacionales, promover el aumento de la producción y avanzar en la introducción de nuevas tecnologías para el cultivo intensivo y superintensivo (Nogueira, 2003).

La producción de esta variedad ha tenido un inicio desigual en Perú por falta de paquetes técnicos, manejo inicial, etc. Entre 1998 y 1999 esta especie, beneficiada por las altas temperaturas producidas por El Niño, fue liberada accidentalmente y reproducida en La Niña. Laguna (Provincia de Piura); pero desde el 2007 la industria acuícola ha ido en constante crecimiento, el programa tiene como objetivo mejorar las actividades de las especies más importantes del territorio nacional mediante el uso de nuevas tecnologías, estrategias (Figura 1), comercialización y protección ambiental (PRODUCE, 2015).

Figura 1

Producción de tilapia gris (Oreochromis niloticus) en el Perú desde 1975 hasta 2020



Nota: El grafico representa la producción de tilapia gris en el Perú en el periodo, siendo así, en 2014 hubo mayor producción que en la década de los 80, tomado de Ministerio de la Producción, Anuario de pesca y acuicultura, 2020.

2.2.1 Aspectos biológicos de la tilapia gris

La tilapia se considera un pez de agua caliente y actualmente se está distribuyendo en más de 100 países /regiones en todo el mundo. Sus cultivos están diseñados en aguas subterráneas, aguas termales, depósitos, etc. (Ruiz, 2006). Tiene un cuerpo largo comprimido con una boca ligeramente más ancha, gira los labios y los intestinos largos (De Olivera *et al.* 2007). En cuanto a su sistema de locomoción, presenta aletas pares (aletas pectoral y pélvica) y no pares (caudal, dorsal y anal) formadas por múltiples espinas y radios blandos que le dan una cresta a la aleta dorsal (Martínez, 2006).

La dieta de *Oreochromis niloticus* es omnívora con tendencia a consumir fitoplancton, ya que se ha informado que supera a otras especies de tilapia al alimentarse de plancton (Costa, 2012), pero tiene la capacidad de aceptar una variedad de fuentes de alimento (El Sayed, 2006), incluyendo alimentos balanceados comercialmente o alimentos artesanales a base de subproductos agrícolas, ya que ofrecen diferentes formas de absorber y utilizar los nutrientes esenciales (Moyo, 2013).

El cultivo de esta especie tiene ciertas ventajas, como altas tasas de crecimiento y supervivencia, resistencia a enfermedades, tolerancia a la baja calidad del agua, crecimiento y reproducción en una variedad de ambientes; de igual manera, la tilapia gris se cultiva con carpa, bagre y camarón y soporta alta densidad de cría, se vende en el mercado internacional en forma de filete de pescado congelado, su delicioso sabor es aceptado por muchos. (Jones, 2002)

A. Parámetros productivos del cultivo de tilapia gris

- **Longitud promedio (Lp)**

Esto nos permitirá expresar la talla en cuanto al número de individuos al final del experimento; para lo cual se considera el largo total (total length) (TL), se refiere al largo de la punta del hocico hasta la punta del lóbulo más largo de la aleta caudal, generalmente medido con los dos lóbulos comprimidos a lo largo de la línea media. Es una medición recta, no medida sobre la curvatura del cuerpo, lo cual expresamos en la siguiente ecuación.

$$\text{Longitud promedio} = \frac{\text{(suma total de tallas)}}{\text{(número de individuos muestreados)}}$$

- **Tasa de crecimiento absoluta**

La tasa de crecimiento absoluta (TC) expresa la ganancia de peso diario y la tasa de crecimiento específico (TCE) expresa la velocidad del crecimiento del pez. Las ecuaciones 1 y 2 detallan cada parámetro de acuerdo a lo propuesto por (Jones, 2002). Ecuación 1:

$$TC = \frac{\text{(Biomasa final (g)-Biomasa inicial (g))}}{\text{Tiempo de cultivo (días)}}$$

Los alevines de tilapia gris de acuerdo a sus condiciones de cultivo, han presentado amplias tasas de crecimiento. A continuación, en la tabla 1, se presenta diferentes valores de estas tasas, de acuerdo a la modalidad de cultivo y el contenido proteico del alimento balanceado.

Tabla 2

Tasa de crecimiento absoluta (tc) de la tilapia gris.

TC (g.día)	CONT. PROTEICO DEL ALIMENTO (%)	FUENTE
0.19	35	El Sayed (2006)
0.26	45	
0.10	35	Abdel *et al.* (2010)
0.14	45	
0.25	30	Espejo (2012)
0.42	30	Labib y Ha (2012)

Nota: Esta tabla muestra la tc por diferentes autores, Modificado de El Sayed (2006).

- **Supervivencia (expresado en porcentaje "%")**

La tasa de supervivencia de la población es el porcentaje del número de individuos al final del experimento y al comienzo del experimento, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\text{Supervivencia} = \frac{\text{(Individuos al final)}}{\text{(Individuos al inicio)}} \times 100\%$$

Las tilapias ofrecen diferentes valores de supervivencia debido a su tolerancia a distintos tipos de cultivo; sin embargo, las tasas de supervivencia del 70% al 90% se consideran aceptables (Popma, 1990).

Se ha informado que se logran tasas de supervivencia del 95 % en sistemas semiextensivos con una densidad de peces de 0,01 y condiciones óptimas de crianza (De Oliveira, 2007). Incluso cuando se cultivaron a baja temperatura (15°C), se obtuvieron tasas de supervivencia del 75% al 80%; en sistemas intensivos, informaron tasas de supervivencia

cultivadas del 90% al 99,3% para O. Tilapia del Nilo en un tanque de cemento. (Dos Santos, 2009)

B. Alimentación y nutrición de la tilapia gris

- **Comportamiento alimenticio**

La tilapia es omnívora, por lo que sus hábitos alimenticios muestran diversidad, desde comer fitoplancton y zooplancton, detritos, plantas acuáticas, insectos, semillas de hortalizas hasta una dieta balanceada con diferente contenido proteico. Además, este comportamiento está directamente relacionado con el manejo de la alimentación, especialmente con respecto a la frecuencia y tasa de alimentación. (Laures, 2008).

Frecuencia de Alimentación: Este aspecto depende de la etapa del ciclo de producción y de los hábitos alimentarios del individuo, que varía de 2 a 8 veces al día; informaron que, con diferentes frecuencias, la cantidad de alimentos por porción será mejor, la utilización de los alimentos será mejor y el impacto ambiental será mejor. También se reducen los residuos (Meer, 1997). Se han establecido varias frecuencias para la cría de alevines de tilapia (Cuadro 3), desde las 08:00 hasta las 19:00 o 24 horas al día (Loures, 2008).

Tasa de Alimentación: este es el punto crítico entre una nutrición adecuada y la reducción del impacto ambiental, ya que representa la cantidad de alimentos proporcionados por día en función de la biomasa estimada. La sobrealimentación puede reducir el rendimiento de los peces y la calidad del agua. Varios estudios informaron que intentaron ajustar esta proporción porque se proporcionó una dieta balanceada rica en proteínas durante la etapa de alimentación y daría como resultado la eutrofización del medio ambiente (Tabla 3).

Tabla 3

Frecuencia y tasa de alimentación para estadios iniciales de la tilapia gris.

FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN (veces.día)		**TASA DE ALIMENTACIÓN (%)**	
Popma y Green (1990)	2 – 4	De la Mora *et al.* (2003)	5 – 8
Phelps *et al.* (1995)	4	FONDEPES (2004)	6 – 10
Veracruz y Mair (1994)	6 – 8	Jauncey (1982)	6- 9

Nota: Esta tabla muestra la frecuencia y tasa de alimentación tomados por diferentes autores, Modificado de Loures, 2008.

- **Nutrición proteica**

Los requisitos para el contenido de proteína de tilapia (Tabla 4) se determinan en función de la edad del pez, la calidad de la proteína en el alimento, la calidad del agua y las condiciones de cultivo (Abdel *et al.* 2010). Para determinar este requisito se tuvieron en cuenta la eficiencia de producción, la eficiencia alimenticia, el índice de rotación del alimento (TCA), la reducción de los costos de alimentación y la reducción de la carga de nutrientes en los ecosistemas acuáticos (Abdel y Ahmad, 2009).

Tabla 4

Exigencias del contenido proteico en el alimento balanceado para tilapia gris.

PESO (gramos)	**CONTENIDO PROTEICO DEL ALIMENTO (%)**	
	Mínimo	**Máximo**
Menos de 1	45	50
1 – 5	40	45
5 – 25	35	40
25 – 100	28	35
100 a más	20	28

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes mínimos y máximos con relación a su peso, (Hisano *et al.* 2007).

2.2.2 Calidad de agua en el cultivo de tilapia gris.

El punto decisivo en la piscicultura es la calidad del agua. En el cultivo de tilapia se puede utilizar el rendimiento máximo si existe un nivel suficiente de parámetros físico-químicos (FONDEPES, 2004), pero las tilapias se caracterizan por la capacidad de soportar parámetros como salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, concentración de nitrógeno amoniacal total, etc. (Nirchio, 2002), adaptarse a diferentes condiciones de calidad del agua (Luchini, 2006). Según (Martínez, 2006), se crearon condiciones favorables para los parámetros físico-químicos de la calidad del agua en el cultivo de tilapia gris como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Parámetros físico-químicos de la calidad del agua en el cultivo de tilapia gris.

PARÁMETROS	UNIDAD	VALORES	FUENTE
Temperatura	Centigrados °C	25.0 - 32.0	Kubitza (1999), Martínez (2006)
Oxígeno Disuelto	$mg.l^{-1}$	4.0 - 9.0	FONDEPES (2004)
pH		6.5 - 9.0	FONDEPES (2004)
Alcalinidad Total	$mg.l^{-1}$	50 - 150	Dos Santos *et al.* (2009), FONDEPES (2004)
Nitrógeno Amoniacal Total	$mg.l^{-1}$	< 0.1	Dos Santos *et al.* (2009), El Sayed (2006)
Nitritos	$mg.l^{-1}$	< 0.1	Kubitza (1999), Luchini (2006)
Nitratos	$mg.l^{-1}$	1.5 – 2.0	Martínez (2006)
Fosfatos	$mg.l^{-1}$	0.15 -0.2	Martínez (2006)

Nota: Esta tabla muestra los parámetros físico-químicos mínimos y máximos para el cultivo de tilapia, Martínez, 2006

2.2.3 Cultivo en sistemas de biofloc (SBF).

2.2.3.1 Generalidades de la tecnología biofloc.

Todos los sistemas de producción acuícola generan grandes cantidades de desechos, incluidos excrementos, alimentos no consumidos, estiércol, sólidos y solubles (como fósforo y nitrógeno), que aumentan a medida que la biomasa requiere más alimentos. El nitrógeno puede existir en diferentes formas en el medio acuático, el amonio no iónico (NH3) y el nitrito (NO2) son los más tóxicos para las especies cultivadas y se convierten en el factor limitante para el crecimiento y la supervivencia, por lo que su conversión en nitrógeno no tóxico es fundamental para reducir el riesgo (Avnimelech, 2009).

Según (Ray *et al*. 2010), un sistema de biofloc (SBF) o sistema de intercambio de agua cero que consiste en un cocultivo de microorganismos beneficiosos que realizan funciones del ciclo del carbono y del nitrógeno para mantener los niveles de concentración de amonio en niveles no tóxicos. En la columna de agua existe una compleja interacción entre materia orgánica, sustratos físicos y diversos microorganismos como fitoplancton, bacterias libres y adheridas, agregados de materia orgánica particulada y diversos microorganismos heterótrofos como rotíferos, ciliados, flagelados Rol de protozoos y copépodos. Se mantienen unidos por una matriz de limo secretada por las mismas bacterias y microbios filamentosos y por atracción electrostática. Esta productividad natural juega un papel importante en la transformación de nutrientes, la producción de fuentes de alimentos y el mantenimiento de la calidad del agua. Funcionalmente, se define como un complejo que alberga actividades autótrofas y heterótrofas que requieren aportes exógenos (Ebeling *et al*. 2006).

SBF es una forma de producción ultraintensiva que tiene como objetivo aumentar la biomasa por unidad de volumen de agua utilizando cada vez menos agua, con el desafío particular de reducir los costos ambientales. Además de las propiedades que ofrece SBF, se puede agregar que los bioflocs aumentan la actividad de varias enzimas involucradas en el crecimiento y también contienen probióticos (Avnimelech, 2009).

La bioseguridad es una prioridad principal en la industria de la acuicultura, y la tecnología de biofloc brinda beneficios adicionales al reducir el consumo y la descarga de agua y reducir la introducción de patógenos, lo que aumenta la bioseguridad en la acuicultura. La tecnología Biofloc hará que la acuicultura sea más respetuosa con el medio ambiente (Emerenciano *et al*. 2012).

2.2.3.2 Manejo del cultivo biofloc

SBF es una forma de producción ultraintensiva que tiene como objetivo aumentar la biomasa por unidad de volumen de agua utilizando cada vez menos agua, con el desafío particular de reducir los costos ambientales. Entre las propiedades que aporta el SBF, podemos agregar que los biofloc aumentan la actividad de varias enzimas involucradas en el crecimiento y además contienen probióticos (Avnimelech, 2009). La tecnología SBF se basa en microcosmos acuáticos formados en sistemas acuícolas que utilizan el carbono disponible en el agua en condiciones de enriquecimiento con nitrógeno, ya que las bacterias fijan el carbono como fuente de energía y utilizan el nitrógeno para sintetizar proteínas, logró recuperar los nutrientes. De esta forma se puede evitar la acumulación de compuestos nitrogenados, especialmente amonio y nitrito, en el sistema de producción (Collazos y Arias 2015).

El manejo de los cultivos de biofloc está determinado por la relación C:N, donde el Nitrógeno proviene de los excrementos y alimentos no consumidos de la propia

especie, mientras que el carbono se obtiene de los carbohidratos agregados externamente (Emerenciano *et al*. 2012). Este cálculo de la adición de carbono tiene en cuenta el contenido de proteínas de la dieta, los excrementos, los alimentos consumidos y conocer el porcentaje de carbohidratos fuente C (Avnimelech, 2009).

La elección de la fuente de carbono dependerá de su disponibilidad, costo, biodegradabilidad y eficiencia de asimilación bacteriana, las más utilizadas son acetato, celulosa, dextrosa, glicerina, dextrosa, tapioca, sorgo, harina de trigo, melaza y almidón (Emerenciano *et al*. 2012).

(Hargreaves, 2013) demostró que el azúcar y la melaza son absorbidos más rápido por las bacterias y, por lo tanto, aumentan la formación de biofloc en menos tiempo. También mencionó el azúcar como la mejor fuente de carbono para agregar durante la puesta en marcha del sistema. La Tabla 6 resume los parámetros y rangos de calidad del agua a considerar en este sistema.

Tabla 6

Parámetros de calidad de agua a considerar en el sistema biofloc (sbf).

Parámetros	**Unidades**	**Rango de Valores**	**Autor**
Temperatura	(°C)	18 -35	Wilen *et al*. (1999)
Oxígeno disuelto	(mg/L)	> 4 – 5	Avnimelech (1999) Timmons *et al*. (2002)
pH	-	7 – 9	Avnimelech (2009)
Alcalinidad	($mgCaCO_3/L$)	40- 100	Avnimelech (2009)
Sólidos totales sedimentables	(mg/L)	400 -100	Timmons *et al*. (2002)

Nota: Esta tabla muestra los valores minimos y máximos de los paramteros físico-quimico a considerar en el sistema biofloc.

Los microorganismos SBF pueden eliminar compuestos de nitrógeno en el agua en diversos grados. Ejemplos: la asimilación de algas, la quimiooxidación por bacterias autótrofas y la asimilación por bacterias heterótrofas (Ray *et al*. 2014) pueden controlarse casi por completo mediante la adición de otros organismos con gran capacidad reproductiva, como zooplancton, hongos y nematodos. Residuos nitrogenados absolutos (Monroy *et al*. 2013).

En la práctica, el SBF consiste en gestionar comunidades microbianas para transformar compuestos nitrogenados, como se consigue según (Ebeling *et al*. 2006) de diferentes maneras, tales como: (a) por bacterias heterótrofas que descomponen el amonio en la biomasa bacteriana, (b) por bacterias quimioautotróficas, incluida la descomposición del amonio (NH3) en nitritos (NO2) y nitratos (NO3), ye) por desnitrificación en nitrógeno atmosférico (N2).

2.2.3.3 Compuestos bioactivos en el sistema biofloc (SBF).

Se ha demostrado que los sistemas Biofloc no solo ayudan a mantener los niveles de amoníaco por debajo de los niveles tóxicos y mejoran la eficiencia del uso de nutrientes en los animales de granja, sino que también ayudan a proporcionar nutrientes adicionales y enzimas digestivas exógenas (Xu, 2012). Biofloc también puede mejorar el crecimiento y la supervivencia de los animales de granja. y rendimiento reproductivo.

Una gran cantidad de estudios han demostrado que las familias microbianas contienen una gran cantidad de enzimas extracelulares, como proteasas y amilasas, que pueden usarse como aditivos enzimáticos para descomponer las proteínas y los carbohidratos en el intestino de los animales y mejorar el rendimiento del crecimiento (Yu, 2007).

El agotamiento de los microorganismos asociados con la bioincrustación reduce el factor de conversión alimenticia (FCA). Por lo tanto, en un estudio de tilapia del Nilo, (Azim y Little, 2008) encontraron que el ganado criado en SBF tenía tasas de crecimiento un 45 % más altas en comparación con los controles criados en sistemas de recirculación de agua. Se concluyó que los peces criados en SBF utilizaron biofloc como alimento.

Según (Xu, 2012), una mejor absorción de proteínas en animales criados en sistemas de biofloc SBF se asoció con una mayor actividad de las proteasas digestivas en el intestino, como consecuencia de la contribución de enzimas digestivas exógenas de los microbios intestinales. Aumento de la producción de enzimas digestivas endógenas debido a la estimulación del zimógeno biofloc.

En el análisis enzimático de bioflocs realizado por (Xu, 2012), mostraron actividad de proteasa y amilasa, lo que indica que los microorganismos en el biofloc producen estas enzimas que promueven la digestibilidad y absorción de los alimentos.

2.2.4 Aporte nutricional del sistema biofloc

Los sistemas de biofloc consisten en ecologías de parvadas que varían en tamaño, densidad y entrada trófica (Choo, 2015). Se cree que es un nicho muy rico con la coexistencia de diversos organismos como algas, protozoos, rotíferos, oligoquetos, etc., que también aprovechan la materia orgánica que se encuentra en los cultivos (Lima, 2015). Las parvadas se adhieren por limo secretado por bacterias heterótrofas o por interacciones electrostáticas (Hargreaves, 2013).

La calidad de los rebaños está relacionada con sus características morfológicas, valor nutritivo, digestibilidad de las especies, valor nutritivo del alimento y densidad de partículas

en suspensión (Azim y Little, 2008). Nutricionalmente, proporciona nutrientes esenciales como proteínas, lípidos, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas, micronutrientes, carotenoides y enzimas digestivas exógenas (Bakar, 2015), lo que puede ayudar a ahorrar alrededor del 30 % de los costos (Avnimelech, 2006). Además, De (Schryver, 2008) reportó en su estudio importantes nutrientes responsables del almacenamiento de materia orgánica: poli-β-hidroxibutirato, células microbianas típicas y otros componentes como ß-1,3-glucosa glicanos, lipopolisacáridos y peptidoglicanos. involucrados en la activación del sistema inmune en organismos cultivados (Ekasari, 2015).

La composición química aproximada de las poblaciones es variable en términos de contenido de proteínas y lípidos, lo que determina la viabilidad del sistema como proveedor de alimentos para la acuicultura. (Azim y Little, 2008) encontraron que los bioflocs contenían 38 % de proteína, 3 % de lípidos, 6 % de fibra, 12 % de ceniza y 19 kJ.g-1 de energía (base seca), lo cual es consistente con (Tacon *et al*. 2012) por la información proporcionada. Un poco diferente, que fue en cultivo SBF L. Los lotes tratados de Penaeus vannamei tenían un contenido de proteína de 35% a 38%, un contenido de lípidos de 5-9%, un contenido de cenizas de 7-10% y un contenido energético de 18 kJ.g-1 (materia seca).

En principio, la calidad de la nutrición del ganado se ve afectada por factores como el tiempo, la relación C:N, la fuente de carbono orgánico, el tipo de comunidad microbiana desarrollada (Avnimelech 2007). Sin embargo, con respecto al valor nutricional del alimento, se ha informado su efecto sobre la calidad del lote, ya que (Azim y Little, 2008) usando diferentes dietas (35% y 22% de contenido de proteína) no mostraron diferencias significativas en la composición química proximal de las parvadas, lo que puede atribuirse a que ambos tratamientos operaron con la misma relación C:N (5.5). :1 y 6:1) (>50% proteína, 2,5% lípidos, 4% fibra, 7% cenizas y 22 kJ.g-1 energía (materia seca)). Por otro lado, (Nahar *et al*. 2015) mencionado en O. cultivo de alevines. El alimento extruido de tilapia del Nilo con

SBF con 40% de stock de proteína tuvo un contenido de proteína de 14,4%, un contenido de grasa de 3,45% y un contenido de cenizas de 27,5%.

Fuente de proteína

Esta tecnología actúa como fuente de proteína y estimula la producción de enzimas digestivas (proteasas y proteasas), asegurando la digestión y retención de proteínas que favorecen el crecimiento individual (Xu *et al*. 2012a). De (Schryver *et al*. 2008) confirmaron que a mayor relación C:N mayor contenido de proteína obtenido en las familias (C:N5: 20% del contenido de proteína; C:N10: 54% del contenido de proteína; C :N15: 61% del contenido de proteína), por lo que también reportaron que L. Hay diferencias significativas en el contenido de proteína de los bioflocs de Penaeus vannamei con diferentes contenidos de proteína en la dieta. (Xu *et al*. 2012b).

Fuente de lípidos

Varios estudios han encontrado que el contenido de lípidos en las familias está entre el 2% y el 5% (Azim y Little, 2008), pero (Emerenciano *et al*. 2012b) informaron un contenido de lípidos de 0,47 %, aunque la dieta contiene aproximadamente un 10 % de lípidos crudos. Declaraciones anteriores confirman que la tecnología utiliza muy pocos lípidos y que la cantidad de lípidos es insuficiente para satisfacer las necesidades de la tilapia (5% a 12%), por lo que se recomienda enriquecer SBF con inóculo de microalgas.

2.2.5 Cultivo de tilapia gris en sistema biofloc

En los últimos años, la acuicultura de tilapia se ha tecnificado en términos de calidad del agua, alimentación, manejo del ciclo de producción; producto del crecimiento de la población mundial debido a su alta demanda de consumo. La fácil adaptación de la tilapia a la alimentación, la absorción y la tolerancia de la siembra suspendida les ha permitido prosperar en sistemas de biofloc (Avnimelech, 2011).

Los beneficios del cultivo de tilapia y las interacciones de almacenamiento biológico nativo incluyen una mayor utilización de nutrientes, mayores niveles de producción, menor uso de agua y tierra, menor impacto ambiental y menor uso de harina de pescado (Widanarni *et al*. 2012).

El aprovechamiento de la proteína microbiana por parte de la tilapia, ha generado ganancias de peso hasta el 44 por ciento y reducción de la TCA (Azim y Little, 2008), además de incrementar las densidades de cultivo entre 10 a 40 kg/m^3 (Hargreaves *et al.* 2013).

Esta tecnología ayuda a aumentar la inmunidad de los peces cultivados (Ekasari *et al.* 2015) y permite incrementar las densidades entre 10 a 40 $kg.m^{-3}$ (Hargreaves *et al.* 2013), producto de las altas tasas de supervivencia que van por encima del 90 por ciento (Azim y Little, 2008).

2.3 Definición de términos

- Crecimiento: aumento continuo del tamaño en un organismo consecuencia de la proliferación celular que conduce al desarrollo de estructuras más especializadas del mismo, en un tiempo determinado, (EcuRed, 2012 (a)).
- Melaza: La melaza es un residuo de la industrialización de la caña de azúcar, compuesto por sacarosa, azúcares simples, coloides coagulados, cera, fibra de caña, partículas de suelo y una importante presencia de elementos minerales, (EcuRed, 2012 (b)).
- FCA: Factor de conversión alimenticia; representa la ganancia de peso de la especie en cultivo, por cada kilogramo de alimento suministrado. (NICOVITA, 1997).
- Nitrito: Se generan en el proceso de transformación del amoníaco a nitratos por bacterias Nitrosomonas; la toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua y se convierten en un factor limitante para el crecimiento y sobrevivencia de estos en cultivo, (Avnimelech, 2009).
- Nitratos: los nitratos es uno de los más importantes para los ecosistemas acuáticos por cuanto constituyen la fuente principal de N biodisponible para la generación de cadenas trófica, es un elemento menos tóxico y tolerado por los peces, Las bacterias Nitrobacter son encargadas de consumir nitritos y producir nitratos, en el proceso de nitrificación, (Avnimelech, 2009).
- TAN: nitrógeno amoniacal total (TAN), es la suma del amonio ionizado (amoniaco) y el amonio no ionizado (amonio), producto del metabolismo del alimento ingerido por parte de la especie en cultivo, degradación de materia orgánica, la excreción y orina de los peces, (Avnimelech, 2009).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación: Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación **APLICADA,** y el método de manipulación de datos para la investigación será **CUANTITATIVA**.

Diseño de la Investigación: **LONGITUDINAL**

3.1.1 Nivel de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio **COMPARATIVO.**

3.2 Ámbito temporal y espacial

Departamento	: Moquegua
Provincia	: Ilo
Distrito	: Ilo
Lugar	: Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo
	Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
Dirección	: Ciudad jardín S/N

Figura 2

Lugar de ejecución del trabajo de tesis



Nota: La figura muestra la ubicación de la Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo, donde se desarrolló el trabajo de investigación (17°36’07.04” S – 71°20’25.70” O), Google Earth 2022.

3.3 Población y muestra

3.3.1 La población

Conjunto de individuos obtenidos del Invernadero de Acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua 500 alevinos en etapa 1 con 15 días de eclosión.

3.3.2 Muestra

Se trabajó en un muestreo no probabilístico en bloques aleatorios de 28 individuos del total de la población, cogidos con un calcar y trasladados a los acuarios antes acondicionados con un sistema de abastecimiento de agua y aireación.

Tabla 7

Diseño experimental

DESCRIPCION	Tratamientos			
	Tratamiento con biofloc			Tratamiento control
	T1A	T1B	T1C	TC
Fuentes de Carbono	Melaza	Melaza	Melaza	
Densidad (alev. /m³)	30	30	30	30
Acuario	1	2	3	4
Población	28	28	28	28
Peso $\overline{X}$ (g)	1.65	1.58	1.57	1.54
Volumen (m³)	0.1	0.1	0.1	0.1
Repeticiones (N°)	1	2	3	1

Nota: En la tabla se muestra el diseño experimental del trabajo de investigación.

3.4 Procedimientos

3.4.1 Materiales, equipos e insumos

A. Materiales

- 04 acuarios (medidas 70 cm x 47 cm x 44 cm)
- 04 piedras difusoras
- 10 metros de manguera de aireación
- Baldes plásticos 10 litros
- Conos imhoff 1000 mililitros

B. Equipos

- Balanza digital 0.01 g – 400 g
- 01 Ictiometro metal cm
- 02 minicompresoras de aire 35w
- 01 fotómetro multifuncional para medir nitritos y nitratos (hanna)
- 01 multiparámetro Hanna
- 08 termostatos 100 watts
- 01 computador portátil
- 01 cámara digital

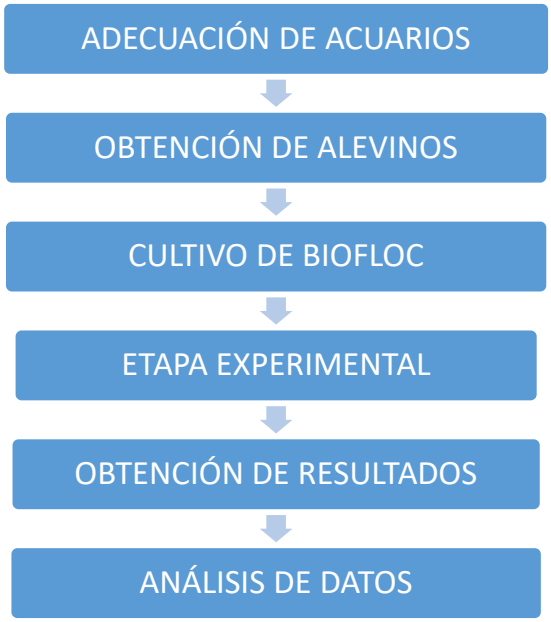
C. Insumos

- Melaza

- Alimento balanceado concentrado comercial 45% proteína
- Sal marina
- Bicarbonato de Sodio
- Azul de metileno
- Hipoclorito de sodio comercial al 5.5 %

Figura 3

Diagrama del trabajo de investigación



Nota: El grafico representa el diagrama que se aplicara para realizar la investigación

3.4.2 Desarrollo del trabajo de investigación

3.4.2.1 Adecuación de acuarios

Antes de iniciar con el trabajo de investigación se realizó una desinfección de todas las instalaciones del laboratorio y equipos a utilizarse con hipoclorito de sodio comercial al 5,5%.

Para la desinfección de los acuarios se empleó una solución a base de sal marina a concentraciones de 4g/litro y una solución de hipoclorito de sodio al 5,5%. Una vez desinfectados se procedió a hacer el llenado de 4 acuarios y la instalación de termostatos, piedra difusora, cada elemento de vital importancia en el desarrollo del proyecto puesto que cada uno cumplirá con una función para mantener la calidad del agua en buenas condiciones en cuanto se refiere a temperatura, oxigenación y nivel de sólidos suspendidos.

Figura 4

Adecuación de acuarios



Nota: La imagen muestra la adecuación de los acuarios para desarrollar el trabajo de investigación, con suministro de agua y aireación.

Figura 5

Adecuación de acuarios



Nota: En la imagen se muestra las baterías de acuarios adecuados y cada uno con su suministro de agua y aireación, que se utilizó para el trabajo de investigación.

3.4.2.2 Obtención de alevinos.

Los alevinos se obtuvieron del invernadero de acuicultura de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua, en el cual mantienen reproductores de tilapia gris que para el trabajo de investigación se los indujo al desove obteniendo así los alevinos, después de 15 días pasan la etapa de eclosión en el cual solo se

alimenta de su saco vitelino en su siguiente etapa de alevinos con un tamaño de 1 cm se los considero para dar inicio al trabajo de investigación, transportados se someterán a un periodo de cuarentena de 24 horas, durante este tiempo los animales no recibieron alimento y se trasladaron a los acuarios del laboratorio de acuicultura de la escuela. Los ejemplares fueron distribuidos de manera aleatoria en las unidades experimentales a una densidad de siembra de 30 animales por acuario y se registraron los datos iniciales de peso y talla.

Figura 6

Obtención de alevinos de tilapia gris.



Nota: En la imagen se muestra los alevinos de tilapia gris que se obtuvieron de los reproductores cultivados en el invernadero de acuicultura de la Escuela. Separando una población de 500 alevinos.

3.4.2.3 Cultivo del biofloc

Para el cultivo de biofloc se fertilizó 100 L de agua color verdoso (presencia de fitoplancton) Se introdujo oxigenación por el consumo de las bacterias; Para activar la producción bacteriana se agrega 100 g de melaza, 100 g activador microbiologico Probiótico BioBac B al agua fertilizada para la proliferación de las bacterias para una relación 15:1 de C:N, posterior a ello del cultivo de biofloc se suministró a razón de 4 g / $m3$ después de la adición del alimento y melaza , el cual contribuye a estabilizar los niveles de compuestos nitrogenados del cultivo de los alevinos.

Figura 7

Cultivo de biofloc.



Nota: En la imagen muestra la preparación del cultivo de biofloc, para luego agregar al cultivo de alevinos como complemento alimenticio.

Figura 8

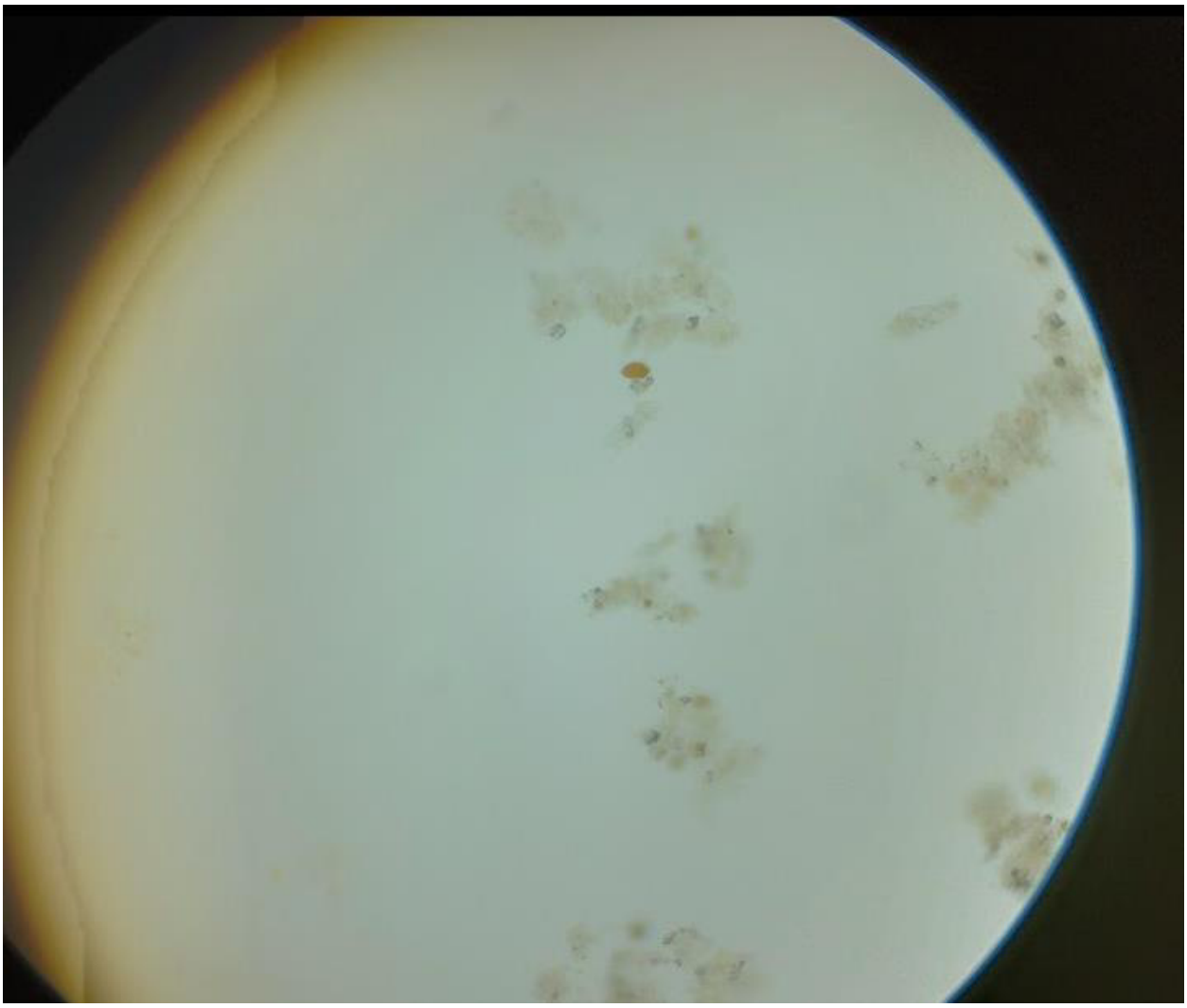
Medición de cultivo de biofloc.



Nota: En la imagen muestra la medición de concentración de biofloc en el cultivo que se da por condensación y luego se lleva al microscopio para la identificación de las bacterias.

Figura 9

Vista microscópica de biofloc



Nota: En la imagen muestra la identificación de bacterias en la muestra tomada del cultivo de biofloc, comprobando la proliferación de bacterias en el cultivo.

3.4.2.4 Etapa experimental

Alimento y alimentación. - Se suministró alimento balanceado Agrinal tilapia 45 harina con un porcentaje 45% de proteína, el cual fue suministrado teniendo en cuenta la biomasa que se obtenga en los muestreos, distribuidos en 3 comidas diarias (08:00 am, 12:00 m y 05:00 pm).

Figura 10

Sumintro de alimentación.



Nota: En la imagen muestra realizando el peso del alimento de acuerdo a la biomasa de las replicas para su alimentación.

Censos. - Se efectuó cada 15 días tomando una muestra representativa de la población para determinar peso y talla, la biometría se realizó con la ayuda de un ictiometro de metal de 100 cm para medir talla) y con una Balanza digital OHASUS 0.01 g – 5000 g (01) para el realizar

el pesaje en gramos una vez obtenidos los datos, los ejemplares fueron reubicados a cada acuario.

Figura 11

Censos de peso y talla.

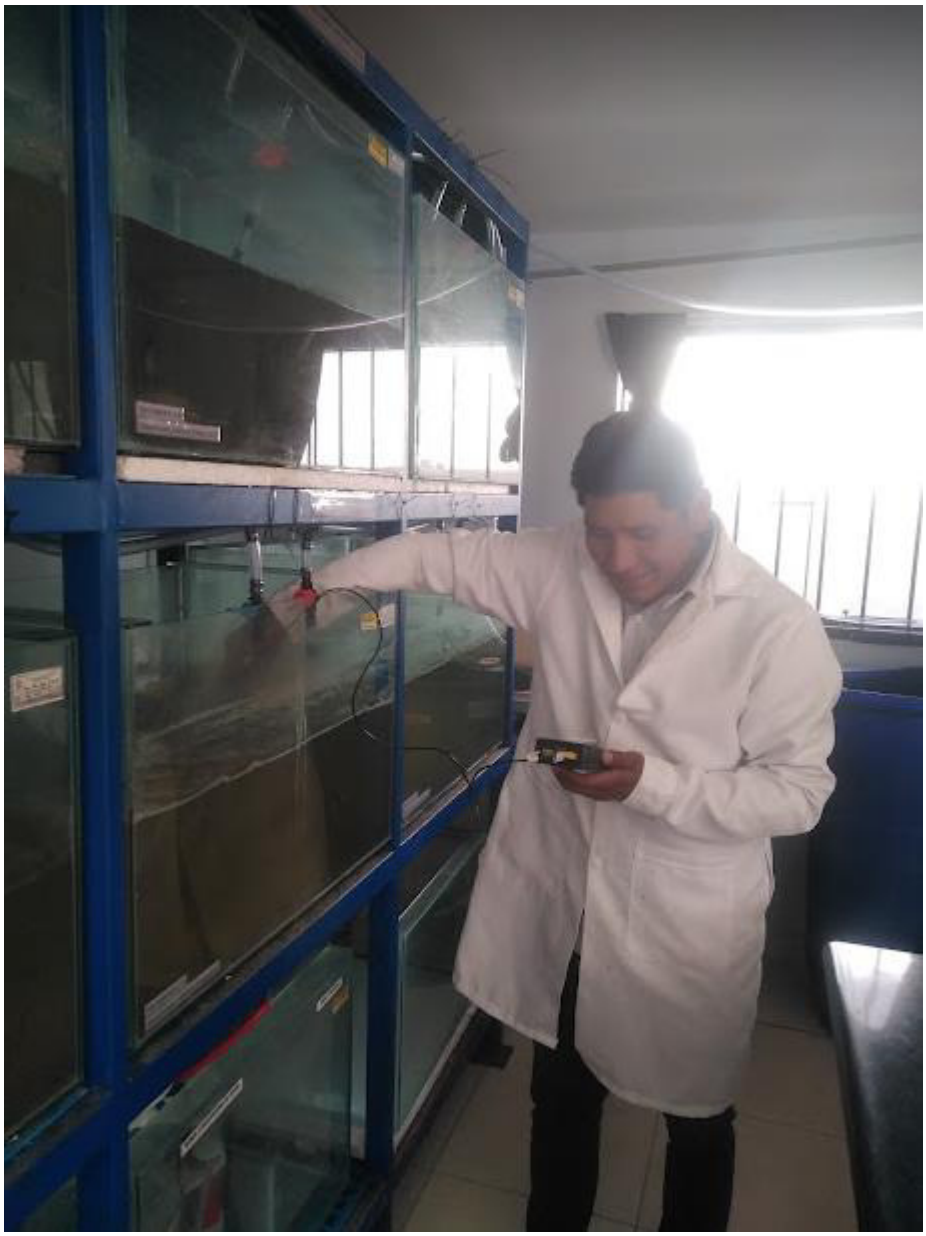


Nota: En la imagen muestra que se realizo el censo de los pesos de alevinos utilizando una balanza analítica.

Medición de parámetros físicos y químicos. - Se registró parámetros como temperatura (°C), pH (unidades) y oxígeno disuelto (mg/l) y DQO (mg/l) se utilizó un equipo multiparámetro Hanna, además se determinará nitritos (mg/l), nitratos (mg/l), mediante un fotómetro Hanna.

Figura 12

Medición de calidad de agua cultivo de alevinos.



Nota: En la imagen muestra lectura de parámetros físico-químico del cultivo de alevinos.

Figura 13

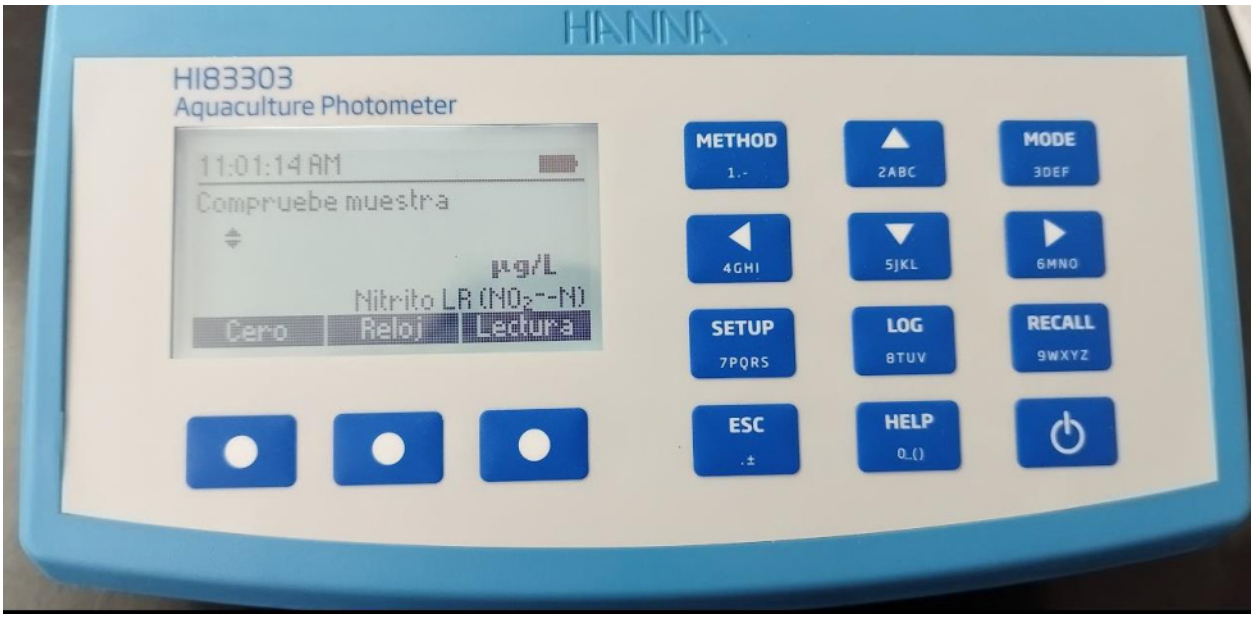
Medición de calidad de agua cultivo de biofloc.



Nota: En la imagen muestra la lectura de parámetros físico-químico del cultivo de biofloc.

Figura 14

Fotómetro Hanna.



Nota: En la imagen muestra el equipo fotómetro que se utilizó para la lectura de nitritos y nitratos del cultivo de alevinos.

Figura 15

Batería de acuarios



Nota: En la imagen muestra la batería de acuarios que cuenta la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, donde se realizó el trabajo de investigación.

3.5 Análisis de datos

Pruebas estadísticas para los parámetros de cultivo (peso, talla y sobrevivencia). Los parámetros obtenidos en los 2 Tratamientos Planteados serán sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) de 2 colas, al 95 % de confianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

Si hay diferencia significativa, se procederá con el Estadístico de Tukey, para saber cuáles difieren, y cuales son semejantes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Crecimiento en talla

En las siguientes tablas y figuras se puede observar el crecimiento de talla en (cm) para los alevinos de *Oreochromis niloticus* en donde los tratamientos no presentan una diferencia significativa desde el inicio de la investigación hasta el final de la misma.

Tabla 8.

Características descriptivas de la talla (cm) de alevinos por tratamiento

Tratamiento	Desviación Estándar	CV	I.C.95%		Normalidad	
			L.I.	L.S.	Shapiro Wilk	Valor p
T_{1A}	1.716	0.246	6.30	7.63	0.930	0.063
T_{1B}	1.770	0.255	6.260	7.633	0.952	0.227
T_{1C}	1.732	0.251	6.239	7.582	0.853	0.001
Tc	1.519	0.238	5.786	6.964	0.887	0.006

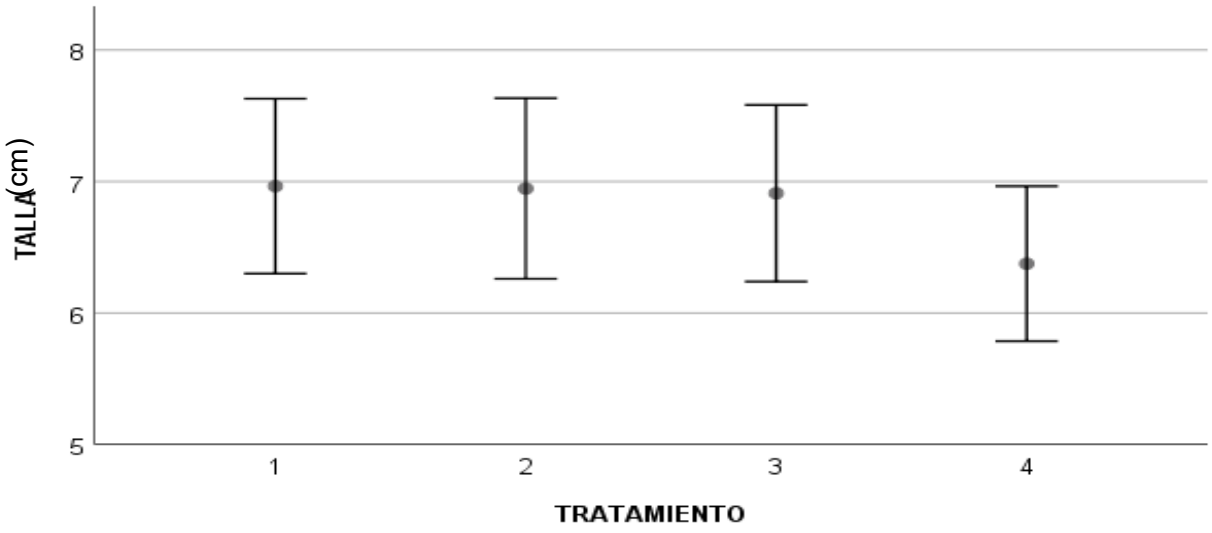
Nota: Esta tabla muestra el Test de Levene 0.374, p=0.772; prueba Kruskal-Wallis H=3.561, p=.313 (donde: T_{1A}= Tratamiento 1 replica A, T_{1B}= Tratamiento 1 replica B, T_{1C}= Tratamiento 1 replica C, Tc= tratamiento control)

En la Tabla 8, observamos las características descriptivas de las tallas medidas a 112 alevinos (28 por tratamiento), donde la T_{1A} (M=6.964, DE=1.716), T_{IB} (M=6.946; DE=1.770) y T_{1C} (M=6.911, DE=1.732), presentan tallas promedio muy similares; mientras que el Tc (M=6.375; DE=1.519) presenta una ligera diferencia del resto de tratamientos. Para la evaluación de normalidad de datos se usó la prueba de Shapiro-Wilk, las T_{1A} (p=.063) y T_{IB} (p=.227) cumplen con el supuesto de normalidad (p>.05) mientras que la T_{1C} (p=.001) y Tc (p=.006) no cumplen;

este comportamiento de normalidad amerita la aplicación de una prueba no paramétrica para evaluar la existencia de diferencia significativa entre las réplicas y el tratamiento C; en consecuencia a ello, la prueba de Kruskal-Wallis (H=3.5161; p=.313) indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para las tallas de alevino.

Figura 16

Talla (cm) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento



Nota: El grafico representa la comparación de tallas en los diferentes tratamientos el cual indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 9.

Características descriptivas de la talla (cm) de alevinos por tratamiento.

Tratamiento	Desviación Estándar	CV	I.C.95%		Prueba normalidad	Valor p
			L.I.	L.S.		
T_{1A}	0.5101	0.118	4.141	4.537	0.854	0.001
T_{1B}	0.6850	0.102	6.431	6.962	0.893	0.008

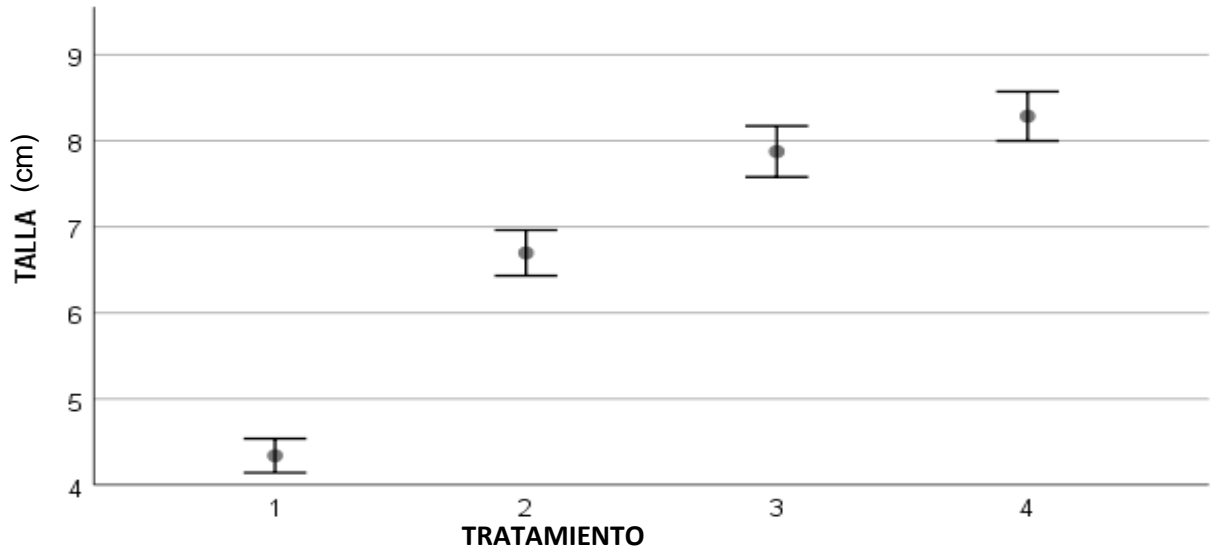
T_{1C}	0.7653	0.097	7.578	8.172	0.930	0.061
Tc	0.7382	0.089	7.999	8.572	0.872	0.003

Nota: Este grafico muestra los resultados del Test de Levene 1.093, p=0.355; prueba Kruskal-Wallis H=84.973, p=.000

En la Tabla 9, observamos las características descriptivas de la talla de 112 alevinos (28 por fecha) medidos en diferentes fechas de crecimiento, donde las tallas en el T1A (M=4.339, DE=0.5101) se diferencia en más de dos puntos con respecto a las tallas del T1B (M=6.696, DE=.6850), mientras que este mismo, se diferencia en poco más de un punto con respecto a las tallas del T1C (M=7.785, DE=0.7653), finalmente las tallas para el TC (M=8.286, DE= 0.7382) registra un aumento aproximadamente de medio punto con respecto al T1C.

Figura 17

Talla (cm) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición.



Nota: En el gráfico, observamos la distribución de las tallas con respecto a los tratamientos de medición, se observa que existe un aumento en las tallas conforme se diferencia de los

tratamientos, para este cambio, vea la Tabla 8, la prueba de Kruskal-Wallis(H=84.973, p=.000) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos para las tallas de alevinos, estas diferencias se observa a mayor detalle en la Tabla 9, donde las tallas en la T1C (77.48) y Tc (86.20) no presentan diferencia significativa, además que estos dos si difieren significativamente del T1B (47.82) y T1A (14.50).

Tabla 10.

Prueba posthoc comparación entre parejas de tratamientos para las tallas (cm).

Tratamiento	Rango	Grupo		
T_{1A}	14.50	A		
T_{1B}	47.82		B	
T_{1C}	77.48			C
Tc	86.20			C

Nota: Esta tabla muestra el Rango con una letra común no son significativamente diferentes (p>.05)

4.1.2 Crecimiento en peso

En las siguientes tablas y figuras se puede observar el crecimiento de peso en (g) para los alevinos de *Oreochromis niloticus* en donde los tratamientos no presentan una diferencia significativa desde el inicio de la investigación hasta el final de la misma.

Tabla 11.

Características descriptivas del peso (g) por tratamiento.

Tratamiento	Desv. Desviación	CV	I.C.95%		Prueba normalidad	Valor p
			L.I.	L.S.		
T_{1A}	4.104	0.590	5.366	8.549	0.923	0.042

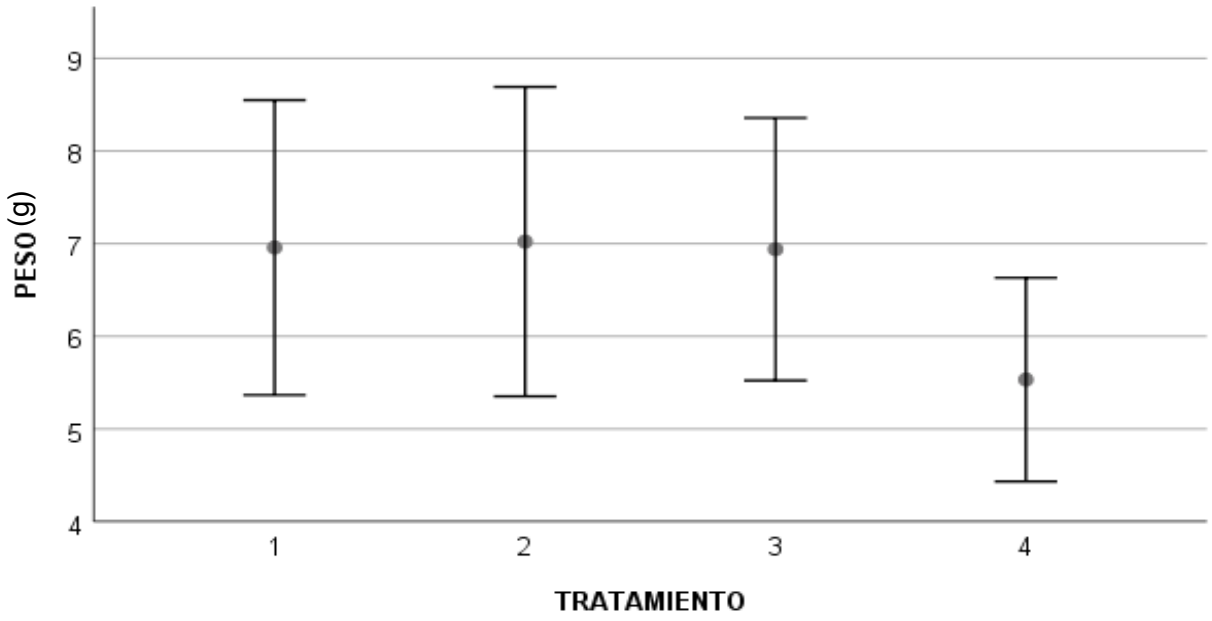
T_{1B}	4.305	0.613	5.352	8.691	0.922	0.040
T_{1C}	3.656	0.527	5.522	8.357	0.882	0.004
Tc	2.834	0.512	4.433	6.631	0.927	0.052

Nota: Esta tabla muestra los resultados del Test de Levene 1.528, p=0.211; prueba Kruskal-Wallis H=3.694, p=.296

En la Tabla 11, observamos las características descriptivas de los pesos medidos a 112 alevinos (28 por tratamiento), donde la T_{1A} (M=6.957, DE=4.104), T_{1B} (M=7.021; DE=4.305) y T_{1C} (M=6.939, DE=3.656), presentan pesos promedio muy similares; mientras que el tratamiento C (M=5.532; DE=2.834) presenta una ligera diferencia del resto de réplicas, vea figura 18.

Figura 18

Peso (g) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento.



Nota: El grafico representa la comparación de tallas en las diferentes replicas el cual indica que el tratamiento 4 presenta una ligera diferencia a diferencia del resto.

La prueba de normalidad de datos, Shapiro-Wilk, muestra valores significativos para las T_{1A} (p=.042), T_{1B} (p=.040) y T_{1C} (p=.004), vea Tabla 11, por ende, este comportamiento de anormalidad amerita la aplicación de una prueba no paramétrica para evaluar la existencia de diferencia significativa entre las réplicas; en consecuencia, a ello, la prueba de Kruskal-Wallis (H=3.694; p=.296) indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para los pesos de alevino.

Tabla 12.

Características descriptivas del peso (g) por tratamiento.

Tratamiento	Desv. Desviación	CV	I.C.95%		Prueba normalidad	Valor p
			L.I.	L.S.		
T_{1A}	0.2097	0.132	1.508	1.671	0.939	0.106
T_{1B}	1.6082	0.248	5.873	7.120	0.854	0.001
T_{1C}	2.5645	0.316	7.131	9.119	0.937	0.091
Tc	2.6433	0.258	9.214	11.264	0.925	0.047

Nota: La tabla muestra los resultados del Test de Levene 13.080, p=0.000; prueba Kruskal-Wallis H=77.458, p=.000

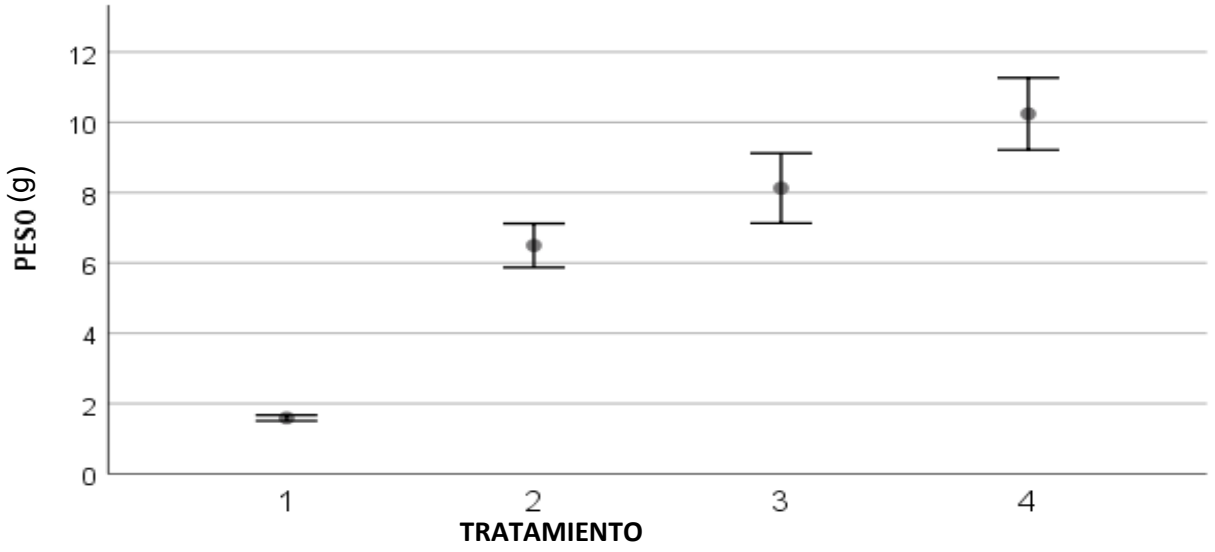
En la Tabla 12, observamos las características descriptivas de los pesos de 112 alevinos (28 por fecha) medidos en diferentes fechas de crecimiento, donde los pesos del T1A (M=1.589, DE=0.2097) se diferencian en cinco puntos aproximadamente con respecto a los pesos del T1B (M=6.496, DE=1.6082), a su vez este mismo se diferencia en aproximadamente un punto y medio a los pesos del T1C (M=8.125, DE=2.5645), finalmente los pesos para el Tc (M=10.239, DE=2.643) registra aproximadamente un aumento mayor a dos puntos con respecto a los pesos del T1C.

En la figura 19 observamos la distribución de los pesos con respecto a la medición de los tratamiento, se observa que existe un aumento en los pesos conforme se diferencia de los

tratamientos, para este cambio, vea la Tabla 12, la prueba de Kruskal-Wallis(H=77.458, p=.000) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos para los pesos de alevinos, estas diferencias se observa a mayor detalle en la Tabla 13, donde los pesos del T1B (R=54.18) y T1C (R=69.64) no presentan diferencia significativa; entre tanto, los pesos del T1A (R=14.50) y Tc (87.68) existe diferencia significativa en comparación con los demás grupos.

Figura 19

Peso (g) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición.



Nota: El grafico muestra que entra el T1A y el Tc existe una diferencia significativa en relación del peso de los alevines.

Tabla 13.

Prueba posthoc comparación entre parejas de tratamientos para los pesos (g)

Tratamiento	Rango	Grupo	
T_{1A}	14.50	A	
T_{1B}	54.18		B

T_{1C}	69.64	B	
Tc	87.68		C

Nota: El grafico muestra el Rango con una letra común no son significativamente diferentes (p>.05)

4.1.3 Supervivencia

Al realizar el análisis de evaluación de la supervivencia obtenida en los tratamientos; podemos observar en la Tabla 14 y Figura 20 que en el tratamiento con biofloc y control alcanzaron valores de supervivencia del 100 % equitativamente.

Tabla 14.

Características descriptivas de la supervivencia por tratamiento

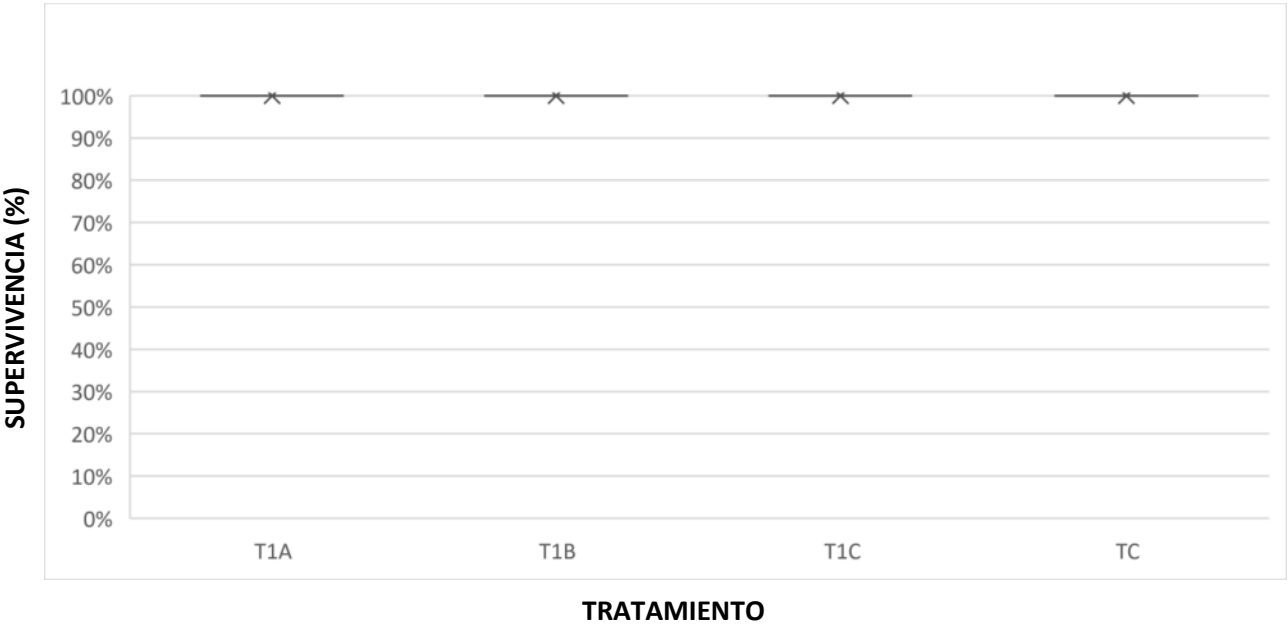
DESCRIPCION	Tratamientos			
	Tratamiento con biofloc			Tratamiento control
	T1A	T1B	T1C	TC
Supervivencia	100%	100%	100%	100%
Densidad (alev. /m³)	28	28	28	28

Nota: El grafico muestra el porcentaje de supervivencia de los tratamientos no son significativamente diferentes.

En la tabla 14 observamos las características descriptivas de la supervivencia de 112 alevinos (28 por fecha) medidos al inicio y final de la investigación, donde los alevinos de ambos tratamientos muestran el 100% de supervivencia.

Figura 20.

Supervivencia (%) de alevinos Oreochromis niloticus por tratamiento de medición.



NOTA: El grafico muestra que entra ambos tratamientos no existe una diferencia significativa en relación a la supervivencia de los alevines.

Tabla 15.

Valores promedio obtenidos en la evaluación del efecto de la adición de biofloc como complemento de la alimentación convencional, en el crecimiento de los alevinos de Oreochromis niloticus, Tilapia gris.

	Tratamientos			
DESCRIPCION	Tratamiento con biofloc			Tratamiento control
	T1A	T1B	T1C	TC
Fuentes de Carbono	Melaza	Melaza	Melaza	

Densidad (alev. /m³)	28	28	28	28
Acuario	1	2	3	4
Población	28	28	28	28
Peso $\overline{X}$ (g) inicial	1.65	1.58	1.57	1.54
Peso $\overline{X}$ (g) final	10.78	12.74	9.71	7.71
Longitud $\overline{X}$ (cm) inicial	4.5	4.5	4.28	4.07
Longitud $\overline{X}$ (cm) final	8.42	9	8	7.71
Supervivencia %	100	100	100	100
Volumen (m³)	0.1	0.1	0.1	0.1
Repeticiones (N°)	1	2	3	1

Nota: El grafico nos muestra el resumen de los resultados de la evaluación de la investigación.

4.2 Discusiones

Crecimiento talla

En la presente investigación realizada, después de 68 días de ensayo, los alevinos en el T1B obtuvieron 12.74 cm talla promedio final, estos resultados fueron inferiores con respecto a los obtenidos en la investigación realizada por (Zaavedra, 2022) para su tratamiento D1M, con melaza, en un periodo de tiempo de 42 días, los ejemplares de tilapia alcanzaron un promedio de 13.04 cm como talla final.

Crecimiento peso

Estudios anteriores han demostrado que la utilización de la tecnología biofloc (BFT) coopera substancialmente al aumento y producción de tilapia por consecuencia mejoran el crecimiento y modifican la composición corporal de las tilapias (Azim y Little, 2008), (Avnimelech, 2007).

Los resultados entre los tratamientos de la presente investigación se obtuvieron: T1A (28 alev/m3) en 68 días un peso de 10.78 g, T1B 12.74 g, T1C 9.71 g, en los cuales se adiciono el biofloc como complemento alimenticio, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por (Zaavedra, 2022) que presentaron mejores resultados con 42.51 g y 30.88 g en sus réplicas durante 42 días.

Supervivencia

Los resultados obtenidos en la presente investigación para la supervivencia de tilapia nilotica a una solo densidad 28 alev/m3 para T1A, T1B, T1C y Tc nos indica que presentaron resultados similares con 100% de supervivencia estos valores fueron superiores a los obtenidos por (Aquino, 2019) donde la supervivencia fue del 95% en todos sus tratamientos.

V. CONCLUSIONES

- Al inicio del experimento No existe diferencia significativa en peso talla ($p=0.313$) Pero con respecto al tiempo se logra apreciar diferencias marcadas en crecimiento en talla longitudinal con valor $p<0.05$ ($p=0.00$), con respecto a la prueba posthoc el tratamiento con biofloc tiene una diferencia significativa con respecto al tratamiento de control ($p<0.05$).

- Al inicio del experimento No existe diferencia significativa en peso ($p=0.296$). Pero con respecto al tiempo se logra apreciar diferencias marcadas sobre el peso con valor $p<0.05$ ($p=0.00$), con respecto a la prueba posthoc el tratamiento con biofloc tiene una diferencia significativa con respecto al tratamiento de control ($p<0.05$).

- No existe diferencia significativa en el porcentaje de sobrevivencia con respecto al efecto del biofloc como complemento alimenticio con el tratamiento control.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar control de nitritos y nitratos diario debido a su dinamismo en el agua, a fin de mantener los metabólicos tóxicos siempre por debajo de los límites tolerables para el cultivo de alevinos de tilapia gris.

- Realizar la etapa de cultivo en época de verano para obtener alevinos de tilapia y mejorar el aprovechamiento de la temperatura ambiental y así obtener mejores resultados.

- Realizar investigaciones futuras para mejorar la información sobre el uso del biofloc en cultivos de recursos hidrobiológicos tropicales.

- En caso de emergencia por corte de energía contar con un generador eléctrico a combustión para mantener el sistema de aireación constante.

- Realizar investigaciones con la ayuda de energías renovables, para el abastecimiento de energía eléctrica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL TAWWAB, M. y AHMAD, M. H. (2009). Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia,*Oreochromis niloticus*(L.). *Aquaculture Research*, *40*(13), 1532-1537. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02254.x

ABDEL TAWWAB, M; AHMAD, M; KHATTAB, Y; SHALABY, A. (2010). Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological terations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture. 298(3):267-274.

ABDUL, Q; MOHAMMAD, S; HOWLADER Y; AHMAD, A. (1988). Effects of Dietary Protein Levels on Growth, Feed Conversion and Protein Utilization in Fry and Young Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. Israeli Journal of Aquaculture and Fisheries Management. 70: 63-73.

AQUINO R, (2019). Influencia de la densidad de cultivo sobre el estrés en juveniles de *Oreochromis niloticus* cultivados en sistemas con tecnología Biofloc, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú.

ARIZA, B; GONZÁLEZ, L. (1997). Producción de proteína unicelular a partir de levaduras y melaza de caña de azúcar como sustrato. Tesis Bacteriología. Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia.

AVNIMELECH, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. Aquaculture. 176(3): 227-235.

AVNIMELECH, Y. (2005). Tilapia harvest microbial flocs in active suspension research pond. Global Aquaculture Advocate. 8(5): 57-58.

AVNIMELECH, Y. (2006). Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. Aquacultural engineering. 34(3): 172-178.

AVNIMELECH, Y. (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. Aquaculture. 264(1): 140-147.

AVNIMELECH, Y; VERDEGEM, M; KURUP, M; KESHAVANATH, P. (2008). Sustainable land-based aquaculture: Rational utilization of water, land and feed resources. Mediterranean Aquaculture Journal. 1(1): 45-55.

AVNIMELECH, Y., 2009. Biofloc Technology – A practical Guide Book, The World Aquaculture Society, Israel, 182 pp

AVNIMELECH, Y. (2011). Tilapia production using biofloc technology (BFT). Proceedings of the Ninth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. United States: AQUAFISH Collaborative Research Support Program. 359: 361.

AVNIMELECH, Y. (2012) b. Biofloc Technology: A Pratical Guide Book. The World Aquaculture Society. Louisiana, United States. 2. Ed.

AVNIMELECH, Y. 2014. Biofloc technology. A practical guide book. World Aquaculture Society, Baton Rouge, 258 pp

AZIM, M; LITTLE, D. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 283(1): 29-35.

BAKAR, A; NASIR, M; LANANAN, F; HAMID, A; LAM, S; JUSOH, A. (2015). Optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African catfish (*Clarias gariepinus*) utilizing Bioflocs Technology. International Biodeterioration & Biodegradation. 102:100-106.

BALTAZAR, P. (2007). La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. Revista Peruana de Biología. 13(3): 267-273.

BALTAZAR, P. (2009). Culture of Tilapia in Peru. Infopesca Internacional. 40: 21-26.

BOSCOLO WR, FEIDENA, SIGNOR A, SIGNOR AA, BARD JJ, ISHIDA FA (2005). Energia digestível para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). R Bras Zootec. 2006; 35(3):629-633.

CHOO, H; CAIPANG, C. (2015). Biofloc technology (BFT) and its application towards improved production in freshwater tilapia culture. AACL Bioflux. 8(3): 362-366.

COLLAZOS, L; ARIAS, J. (2015). Fundamentals of bioflocs technology (BFT). An alternative for fish farming in Colombia: A review. Orinoquia. 19(1): 77-86.

COSTA, A; FRÓES, R. (2012). Produção de tilapias. Programa Rio Rural. Manual Técnico 31. 52p.

CRAB, R; CHIELENS, B; WILLE, M; BOSSIER, P; ERSTRAETE, W. (2010). The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. Aquaculture Research. 41(4): 559-567.

CRAIG, S; HELFRICH, L. (2002). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. Virginia Cooperative Extension, Virginia Polytechnic Institute and State University, Publication, (420-256).

DE OLIVEIRA, E; SANTOS, F; PEREIRA, A; LIMA, C. (2007). Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica.

DE SCHRYVER, P; CRAB, R; DEFOIRDT, T; BOON, N; VERSTRAETE, W. (2008). The basics of bio-flocs technology: the added value for Aquaculture. Aquaculture. 277(3):125137.

DOS SANTOS, E; ALMEIDA, M; MOTA, S; DANTAS, M; MEDEIROS, M. (2009). Crescimento e qualidade dos alevinos de tilápia do Nilo produzidos em esgoto doméstico tratado. Revista Ciência Agronômica. 40(2): 232-239.

EBELING, J; TIMMONS, M; BISOGNI, J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture. 257(1): 346-358.

ECURED. (2012) (a). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Crecimiento

ECURED. (2012) (b). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Miel_de_caña

EKASARI, J; RIVANDI, D; FIRDAUSI, A; SURAWIDJAJA, E; ZAIRIN, M; BOSSIER, P; DE SCHRYVER, P. (2015). Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. Aquaculture. 441: 72-77.

EL SAYED, A. (2006). Tilapia culture. CABI.

EMERENCIANO, M; CUZON, G; GOGUENHEIM, J; GAXIOLA, G. (2012) a. Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. Aquaculture Research, 44(1): 75-85.

Food and Agriculture Organization of the United Nations.(FAO) (2014). Fisheries global information system: Fisheries and Aquaculture Department. Roma.

FÁVERO, G; BARROS, C; NUNEZ, J. (2010). Produção de Tilápias em Tanques-Rede. Faculdades Associadas de Uberaba. 7p.

FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero). (2004). Manual de cultivo de Tilapia. Lima, Perú.

HANLEY, F. (1991). Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus.* Aquaculture. 93(4): 323-334.

HARGREAVES, J. (2013). Biofloc Production Systems for Aquaculture. SRAC (Southern Regional Aquaculture Center). N° 4503.

HISANO, H; PORTZ, L. (2007). Redução de custos de rações para tilápia: A importância da proteína. Bahia Agrícola. 8(1): 42-45.

HLOPHE, S; MOYO, N. (2013). The aquaculture potential of Tilapia rendalli in relation to its feeding habits and digestive capabilities. Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C. 66: 33-37.

JAUNCEY, K. (1982). The effects of varying dietary protein level on

JONES, C. (2002). Age and growth. In: The unique contributions of early life stages. Fishery Science. New York. 33-63.

KUBITZA, F. (1999). Nutrição e Alimentação de Tilápias - Parte II. Panorama da Aquicultura. 9(53): 41-48.

KUHN, D; BOARDMAN, G; LAWRENCE, A; MARSH, L; FLICK, G. (2009). Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. Aquaculture. 296(1): 51-57.

LIMA, E; SOUZA, R; WAMBACH, X; SILVA, U; CORREIA, E. (2015). Cultivo da tilapia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidade. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 16(4).

LOURES, B; RIBEIRO, R; VARGAS, L; MOREIRA, H; SUSSEL, F; POVH, J; CAVICHIOLO, F. (2008). Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. Acta Scientirum Animal Sciences. 23: 877-883.

LUCHINI, L. (2006). Tilapia: su cultivo y sistemas de producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Panorama Acuícola, Argentina. 14p.

MARTÍNEZ, M. (2006). Manejo Del cultivo de tilapia. BIDEAUSAID. Nicaragua. 15p.

MEER, M; HERWAARDEN, H; VERDEGEM, M. (1997). Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum*. Aquaculture Research. 28(6): 419-432.

MONROY, M; LARA, D; CASTRO, J; CASTRO, G; EMERENCIANO, M. (2013). Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. Revista de biología marina y oceanografía. 48(3): 511-520.

MOSCOSO, C. (2001). Producción de alevinos revertidos de Tilapia. Workshop Internacional de Tilapia. Tarapoto, Perú.

NAHAR, A; SIDDIK, B; CHAKLADER, R; HANIF, A; SHARKER, R; RAHMAN, M. (2015). Biofloc Technology in Aquaculture Systems Generates Higher Income in Mono-Sex Nile Tilapia Farming in Bangladesh. Advances in Biological Research. 9(4): 236-241.

NICOVITA. (1997). Boletín Nicovita. Obtenido de http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar_97_01.pdf

NIRCHIO, M; PÉREZ, J. (2002). Riesgos del cultivo de tilapias en Venezuela. Interciencia. 27(1): 39-44.

NOGUEIRA, A. (2003). Aspectos da Biologia Reprodutiva e Padrões de Crescimento da Tilápia *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758, (*Linhagem Chitralada*) em Cultivos Experimentais. Tesis de Maestría. Universidade Rural Federal de Pernambuco, Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura. Pernambuco, Brasil.

NGUYEN H. (2018). Comparative evaluation of Brewer's yeast as a replacement for fishmeal in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus),* reared in clear water or biofloc environments.

POPMA, T; GREEN, W. (1990). Reversión sexual de tilapia en estanques de tierra. Internationals Center for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station Auburn University US. Research and Development. 35: 31.

PRODUCE (Ministerio de Producción). (2015). Estadística de Pesca y Acuicultura del Perú. Lima, Perú.

RAY, J; LOTZ, M. (2014). Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and three heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. Aquacultural Engineering. 63: 54-61.

RAY, J; SEABORN, G; LEFFLER, J; WILDE, S; LAWSON, A; BROWDY, C. (2010). Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. Aquaculture. 310(1): 130-138.

RUIZ, J; TAPIA, R; GARCÍA, J; GONZÁLEZ, H. (2006). Evaluación de un cultivo semi- Intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques circulares con aguas termales. Revista Electrónica de Veterinaria. 7(11).

SMITH, D; DALL, W. (1991). Metabolism of proline by the tiger rawn, *Penaeus esculentus*. Marine Biology. 110(1): 85–91.

TACON, A; CODY, J; CONQUEST, L; DIVAKARAN, S; FORSTER, I; DECAMP, O. (2002). Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. Aquaculture nutrition. 8(2): 121- 137.

VERASTEGUI P, (2019). Crecimiento bacteriano en un sistema de biofloc a diferentes niveles de proteína del alimento de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*), Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú.

VEGA VILLASANTE, F., CORTÉS LARA, M., ZÚÑIGA MEDINA, L., JAIME CEBALLOS, B., GALINDO LOPEZ, J., BASTO ROSALES, M. y NOLASCO SORIA, H. (2010). Cultivo de

tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala ¿Alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México? REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria)., 11(3).

WATANABE, T. (2002). Strategies for further development of aquatic feeds. Fisheries Science. 68(2): 242-252.

WIDANARNI; EKASARI, J; MARYAM, S. (2012). Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis sp*. cultured at different stocking densities. HAYATI Journal of Biosciences. 19(2).

XU, W; PAN, L; SUN, X; HUANG, J. (2012) a. Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero- water exchange culture tanks. Aquaculture Research. 44(7): 1093-1102.

XU, W; PAN, L; ZHAO, D; HUANG, J. (2012) b. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. Aquaculture. 350: 147-153.

YU J, et al. (2007) cystune-modified biomass for cd(II) and Pb(II) biosorption. J Hazard Mater 143(1-2):277-84.

ZAAVEDRA M, (2022). Crecimiento de tilapia nilótica O*reochromis niloticus* (linnaeus, 1758) a dos densidades en la etapa de pre-cria cultivado bajo el sistema de biofloc con dos fuentes de carbono, Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú.

ZAPATA K, (2020). Cultivo experimental de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en sistemas con recambio de agua y con tecnología biofloc, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú.

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: RONAL HUARILLOCLLA RAMOS
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 47018573
Correo electrónico	: ronalhr007@gmail.com
Teléfono/Celular	: 901010434

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis ( )
b) Trabajo de Investigación **(X)**
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *Oreochromis niloticus*, Tilapia Gris"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 4.01.08
c) Fecha de publicación : Año 2023.

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Dra, SHEDA MÉNDEZ ANCCA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29646000
c) ORCID : https://orcid.org/0000-0002-3797-1316

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 47018573
NOMBRES Y APELLIDOS : RONAL HUARILLOCLLA RAMOS

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(_X_) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 47018573

NOMBRES Y APELLIDOS : RONAL HUARILLOCLLA RAMOS

FECHA : 22 de agosto del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Yo, RONAL HUARILLOCLLA RAMOS, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado (a) con DNI: Nº 47018573, autor(a) de la Tesis titulado "EFECTO DE LA ADICIÓN DE BIOFLOC COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *Oreochromis niloticus*. Tilapia Gris"

.....

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 22 de agosto del 2023



Nombres y Apellidos:Ronal Huarilloclla Ramos
DNI: 47018573

Huella digital

Document Information

Analyzed document	RONAL HUARILLOCLLA RAMOS.pdf (D171123941)
Submitted	6/22/2023 12:46:00 PM
Submitted by	WALTER MERMA CRUZ
Submitter email	wmermac@unam.edu.pe
Similarity	9%
Analysis address	wmermac.unampe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**Universidad Nacional de Moquegua / PROYECTO.docx** Document PROYECTO.docx (D86347945) Submitted by: ogi@unam.edu.pe Receiver: ogi.unampe@analysis.urkund.com	3
SA	**Tesis MA de la Cruz 2022_corregida 07 07 2022.docx** Document Tesis MA de la Cruz 2022_corregida 07 07 2022.docx (D142017679)	3
SA	**Huamán_Canchari_Miluska_Julia_Titulo_Profesional_2017.pdf** Document Huamán_Canchari_Miluska_Julia_Titulo_Profesional_2017.pdf (D30233755)	1
SA	**Tesis Roxana Pillaca 23-05-23.pdf.docx** Document Tesis Roxana Pillaca 23-05-23.pdf.docx (D168662103)	3
SA	**TESIS BORRADOR VF 24.05 .docx** Document TESIS BORRADOR VF 24.05 .docx (D168598837)	5
SA	**Crecimiento de chame (Dormitator latifrons R.) bajo tres densidades de siembra, con tecnología biofloc.docx** Document Crecimiento de chame (Dormitator latifrons R.) bajo tres densidades de siembra, con tecnología biofloc.docx (D43300635)	3
W	URL: https://www.ecured.cu/Crecimiento Fetched: 6/22/2023 12:57:00 PM	1
SA	**Tesis Doctorado Eulalia Ibarra Mayorga 25092019-1.doc** Document Tesis Doctorado Eulalia Ibarra Mayorga 25092019-1.doc (D142588908)	3
SA	**Tesis_alevines_vc_biofloc_ molina.docx** Document Tesis_alevines_vc_biofloc_ molina.docx (D43763211)	1
SA	**INFORME CORREGIDO -Alejandra Miranda Yancce.docx** Document INFORME CORREGIDO -Alejandra Miranda Yancce.docx (D142718867)	1
SA	**Tesis David Ulloa W (Junio 2021) Final 23.06.21.pdf** Document Tesis David Ulloa W (Junio 2021) Final 23.06.21.pdf (D150816274)	7