

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA (UMECIT).

INFORME DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación del desempeño de los microorganismos eficientes en el cultivo de tilapias, con tecnología Biofloc.

POR:

Alexis Fernando Gómez Canto Ms.C.

**Co Investigadores:
Licda. Johana Gutiérrez L.
Ing. Dianeth Silgado Torres
América García B. Ms.C.**

2019-2020.

Dedicatoria.

A todos los que creen en Dios y su divina creación ecológica, donde podemos encontrar la integridad sostenible del medio natural, a mi familia y colegas que han dado su apoyo a este proyecto a todos muchas gracias.

Gómez A.

Agradecimiento

A Dios, a mi familia, por su fortaleza y amor, a UMECIT especialmente a la Dra. Magdy De Las Salas; por creer en mi proyecto, proveyéndolo del recurso para desarrollar esta investigación y a sus aliados corporativos, ARAP y Agro Biológicos de Panamá. A todos mil gracias, al mi profesor de estadísticas Alberto Castillo pro su apoyo y orientación, también en especial a mis colaboradoras de esta investigación América y Dianeth.

Alexis Gómez C.

Índice General

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen1

Abstrac1

Introducción 2

1. Contextualización de la problemática.....3

1.1- Formulación de la pregunta de investigación.....4

1.2- Hipótesis (cuantitativa) y/o Premisas y Proposición (cualitativa)....4

1.3- Objetivos de la Investigación (cuantitativa) y/o Propósitos (cualitativa) de la Investigación..... 4

1.4- Justificación e impacto..... 4

2. Fundamentación Teórica 5

2.1- Bases Teóricas 6

2.2- Bases Investigativas 7

Antecedentes Históricos 7

Antecedentes Investigativos 8

2.3- Bases conceptuales10

2.4- Bases legales16

3. Aspectos Metodológicos de la Investigación 17

Paradigma, Enfoque y Método de la Investigación 17

Tipo de investigación 17

Diseño de la investigación 17

Procedimiento de la investigación19

a. Control biométrico Pesaje de las Tilapias 22

b. Medición del crecimiento de las tilapias 23

c. El cálculo de la mortalidad 23

d. Métodos del muestreo y análisis de parámetros físico químicos

Validez y Confiabilidad (cuantitativa) / Validez y Credibilidad (cualitativa) de los instrumentos 24

- Temperatura 24

- pH 24

- Cantidad de oxígeno disponible (COD) 25

- Nitrito 25

- Nitrato 25

- Nitrógeno Amoniacal 26

- Alcalinidad 27

- Dureza 27

- Cloruro28

- Fosforo Total 28

Calidad Organoléptica de la carne de tilapias en Sistema Biofloc 29

Validez y Confiabilidad (cuantitativa) / Validez y Credibilidad (cualitativa) de los instrumentos 30

4. Análisis e Interpretación de los Resultados o Hallazgos 30

Técnicas de Análisis de Datos o Hallazgos 30

Procesamiento de los Datos (cuantitativa) y/o Proceso de Triangulación de los Hallazgos (cualitativa) 30

Ganancia de Peso y Talla 30

Análisis de la Mortalidad 35

Discusión de los Resultados (cuantitativa) y/o Contrastación y Teorización (cualitativa)	39
Conclusiones y Recomendaciones	
Referencias Bibliográficas	

Cuadros

1. Mecanismos de Acción de Bacterias con Potencial Probióticos	10
2. Parámetros y Rangos Físico Químicos Permisibles en la Actividad Acuícola	13
3. Clasificación de las aguas de acuerdo a los grados de dureza	15
4. Tasa de Alimentación Para Tilapias	16
5. Dosificación del Biofloc (ME) por etapas del cultivo	20
6. Suministro de alimento	22
7. Población Final, Consumo total Alimento y Peso Final	23
8. Ganancia de Peso y Talla en Piletas con Biofloc	31
9. Ganancia de Peso y Talla en Piletas sin Biofloc	32
10. Mortalidad de tilapias con sistema Biofloc	36
11. Costo de producción para 500 tilapias en Biofloc	38
12. Relación Costo Beneficio tilapias en sistema Biofloc	40

Fotos

1. Medición de turbiedad uso de Disco Secchi	12
2. Reposición de agua, por evaporación en tinas con Biofloc	18
3. Mapa de Localización de la Estación Dulce acuícola ARAP	19
4. Estructuras, sistema Biofloc, aireación y Siembra de tilapias	20
5. Cálculo de peso y tallas de tilapias	22
6.	

Graficas

1. Región crítica Peso Promedio	34
2. Región crítica Tallas Promedios	35
3. Región Crítica de Mortalidad	38

Resumen.

La actividad acuícola además de contar con agua constante y buena alimentación debe tener condiciones físico y químicas que permitan el desarrollo integral de las especies cultivadas, en este sentido el objetivo de la investigación es evidenciar en nuestro medio acuático si utilizando el sistema Biofloc, logramos tener crecimientos, ganancias de peso adecuados y baja mortalidad, con un seguimiento del control en campo y pruebas de laboratorios se ha podido determinar que se mantuvo un buen desempeño del Biofloc, donde no hubo diferencias en la ganancia de peso, crecimiento y bajo niveles de mortalidad, entre las tinas evaluadas sin recambio de agua con el sistema y la tina testigo con recambio de agua, esto indica que los microorganismos eficientes son capaces de mantener los parámetros físicos y químicos del agua a pesar de estar estancada y sólo se adiciona oxígeno artificial, por lo tanto es factible como alternativa Ecoacuícola.

Palabras Claves: Biofloc, Microorganismos Eficientes, parámetros físico-químicos, descomponedores.

Summary.

The aquaculture activity, in addition to having constant water and good nutrition, must have physical and chemical conditions that allow the integral development of the cultivated species. growths, adequate weight gains and low mortality, with a follow-up of the field control and laboratory tests it has been possible to determine that a good performance of the Biofloc was maintained, where there were no differences in weight gain, growth and low levels of mortality, between the vats evaluated without water exchange with the system and the control vat with water replacement, this indicates that the efficient microorganisms are capable of maintaining the physical and chemical parameters of the water despite being stagnant and only artificial oxygen is added, therefore it is feasible as an Eco-aquaculture alternative.

Key Words: Biofloc, Efficient Microorganisms, physical-chemical parameters, decomposers.

Introducción

“El cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción, por lo tanto, podemos considerar que esta actividad la cual no está promovida como comercial, ni de grandes aportes económicos al país, se convertirá en un movimiento de gran proyección al futuro como lo es en la actualidad para otros países centroamericanos”. FAO (2019). Artículo Papel de la FAO en la Acuicultura

Citando a Aguirre, Jorge I. (2005), señala: “La acuicultura es una actividad interdisciplinaria como quiera que en ella confluyen de manera integrada: biología, química, física, estadística, ingeniería, economía y otras. Es el cultivo de plantas y animales útiles en ambientes acuáticos confinados, hechos por el hombre, donde estos organismos no pueden escapar y se realizan la alimentación, reproducción, crecimiento y cosecha de manera controlada. Ejemplo: peces, camarones, caracoles, ranas, algas, arroz bajo inundación etc.”

La teoría tradicional en Panamá para desarrollar la acuicultura indica que es necesario tener en la finca el suministro de agua para recambio y oxigenación del estanque, pileta o tina donde se practica las actividades y mantenga saludable el ecosistema, evitando posibles elementos de contaminación y afectación del medio y el otro elemento es una suplementación adecuada que garantice la nutrición de los organismos cultivados, que se reflejan en el crecimiento y ganancia de peso proporcional al tiempo de cultivo.

El informe de la FAO. (2020). SOFIA. Estado mundial de la pesca y la acuicultura expresa “En 2018, la acuicultura continental produjo 51,3 millones de toneladas de animales acuáticos, lo que equivale al 62,5% de la producción mundial de pescado comestible cultivado, en comparación con el 57,9% en 2000.”. Situación que presenta una oportunidad de impulsar la actividad acuícola a niveles comerciales como nueva alternativa de producción de las áreas rurales.

Esta panorámica nos motiva a buscar alternativas para poder hacer más sostenible esta actividad, permitiéndole al productor realizar llevar a cabo hasta dos ciclos de cebas de peces anual, considerando que es una actividad sostenible, sin embargo, es una preocupación el hecho que se demanda gran cantidad de agua para recambio y oxigenación en el proceso, es decir, se debe tener fuentes constantes de agua en todo el año.

Esta investigación pretende proporcionar una opción técnica, mediante el uso del sistema Biofloc, que facilita mejorar las condiciones del agua en cuanto a sus estándares físicos y químicos, condiciones similares a las de un estanque normal, donde el desarrollo de los peces sea evidente y productivo, a la vez se contribuye con darle un mejor uso de las fuentes de agua y evitar el gasto innecesario de este importante recurso.

Otro hallazgo resaltante es el evidente aporte de los microorganismos eficientes, donde se resalta que el cultivo de tilapias fue en crecimiento, talla y mortalidad sin diferencias apreciables en comparación a una explotación acuícola con recambio de agua, además de que los costos de producción son beneficiosos y eficientes para la producción de tilapias a un nivel comercial.

A nivel organoléptico de la carne de la tilapia, con sistema Biofloc se pudo apreciar un sabor más tendiente a sentirle un cierto punto marisco, con respecto a la tilapia de la tina sin Biofloc, de igual textura consistente ambas y un color rosado característico de la especie de tilapias.

1. Contextualización de la problemática

La Acuicultura tradicionalmente en Panamá, se inicia en la década de los 70, se desarrolla en lagos, estanques o lagunas u otros tipos de estructuras de confinamiento, de diversos tamaños y para diversas especies acuícolas, actividad que ha podido cambiar de un cultivo para la subsistencia del campesino rural e indígenas, a un cultivo con impactos económicos en progresión actualmente, por lo tanto, es necesario investigar opciones que promuevan una mejor forma de manejar cultivos acuícolas de manera sostenible y con miras a ofertar productos de gran calidad.

Uno de los problemas más significativos que atraviesan productores interesados en desarrollar un cultivo acuícola, es no contar con afluentes de agua constante para la producción de especies dulce acuícolas, considerando en la actualidad que la deforestación, la expansión de la agricultura y los efectos del cambio climático son elementos que han incidido en la pérdida de yacimientos de afluentes de agua viva y promueve limitaciones de contar con este importante recurso hídrico, además de la evidente baja de los niveles de los ríos Santa María, San Pablo, entre otros en la provincia de Veraguas en la época de verano, donde la variabilidad climática ha influido en la prolongación de este de este clima así como en la entrada del invierno ha variado significativamente en los últimos años.

“El agua, proporciona el recambio para limpiar excesos de algas y otros materiales orgánicos en el estanque y oxigena el medio para la supervivencia de los cultivos, situación que conlleva su uso inadecuado, que a la vez promueve la salida constante del agua, la cual se pierde, sin darle una reutilización, considerando conlleva en algunos casos niveles de contaminación, que afectan en baja escala el medio natural”. Problemática preocupante de la acuicultura que mencionaron Álvarez

(1996) y FAO (2006), es la utilización descontrolada de los recursos hídricos continentales.

Esta investigación pretende alcanzar dos fines precisos, el primero es poder demostrar que, es posible desarrollar la Acuicultura sin el uso constante de agua, es decir sin recambio y el segundo es poder aprender sobre el uso y el comportamiento de los microorganismos eficientes (ME), mediante el uso de Biofloc; por lo tanto se debe evidenciar en el estudio la capacidad de desarrollo de las especies cultivadas (Tilapias), en tamaño y peso, además de mantener en bajo nivel la mortalidad de los mismos; entendiéndose que esta condición productiva con uso de microorganismos eficientes (ME), es poco desarrollada en nuestro entorno.

1.1- Formulación de la pregunta de investigación:

¿Podremos lograr obtener un desempeño favorable para el crecimiento y ganancia de peso en el cultivo de tilapias sin recambio de agua, utilizando la tecnología Biofloc?

1.2- Hipótesis (cuantitativa) y/o Premisas y Proposición (cualitativa):

¿Se mantendrán aceptables los parámetros físico químicos del agua, utilizando la tecnología Biofloc, que permitan el crecimiento y ganancia de peso en un cultivo de tilapias?

1.3- Objetivos de la Investigación (cuantitativa) y/o Propósitos (cualitativa) de la Investigación:

Objetivo General:

Evaluar el desempeño de microorganismos eficientes en el cultivo de tilapias, con tecnología Biofloc.

Objetivos Específicos:

- Determinar mediante controles el desarrollo en peso, talla y la mortalidad presentada en el cultivo de tilapias en medio con Biofloc versus cultivos con recambio de aguas.
- Establecer las dosificaciones de Biofloc, que promuevan las condiciones de calidad físico químicas del agua apropiadas en la producción de tilapias.
- Generar nuevas aportaciones conceptuales y prácticas para la formación educativa, tecnológicas y empresariales.

Este estudio de investigación pretende basar sus resultados en diversos impactos, los que se definirán la solución de problemas ambientales, producción de alimento y aportes al marco teórico conceptual de las ciencias acuícolas:

Dentro del contexto Ambiental se busca Impulsar en este estudio una alternativa que promueva la producción acuícola desde otro

enfoque, sin la utilización excesiva del recurso agua, utilizando microorganismos eficientes, evaluando parámetros físico químicos, que mantengan niveles adecuados para la sobrevivencia de los peces, estabilizando en el medio estos probióticos que son de naturaleza biológicos y que definen una función renovable en los ecosistemas acuáticos, de importancia ante los desafíos que involucra al cambio climático y que atentan contra los hábitat de agua dulce y modifican al medio, donde se podría ver afectada la sostenibilidad de la seguridad alimentaria de muchos sectores de nuestro país.

Desde el punto de vista Productivo se pretende aportar nuevas formas de producir proteína animal, de cultivos acuícola, que contribuyan a fomentar nuevas actividades con enfoque de mejoramiento de vida de productores rurales entre otros, resaltando la importancia de esta área productiva muchas veces rezagada, considerando que posee enormes potenciales de desarrollarse ampliamente, impulsando la economía y que sean reflejados su contribución al producto interno bruto que actualmente es bajo en el sector primario de producción.

Este estudio también dará aportaciones científicas con datos de campo sobre la utilización del sistema Biofloc y su importancia en los ecosistemas acuícolas, que promuevan la formación de especialistas acuícolas, ambientales, biólogos u otros, además de proveer un marco teórico conceptual, en nuevas investigaciones, ensayos, monografías.

Otras actividades metodológicas que fomenten la enseñanza y la practica en campo hacia el fortalecimiento educativo, profesional y productivo del ciudadano panameño que tanto requiere de nuevos aprendizajes, dirigidos al fortalecimiento profesional y emerger nuevas alternativas afrontando retos, exigencias en la producción de alimentos, económicas, sociales, educativas y ambientales.

2. Fundamentación Teórica.

2.1- Bases teóricas:

La FAO (2019), en su artículo Papel de la FAO en la Acuicultura, señala a la misma como “El cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción, por lo tanto, podemos considerar que esta actividad la cual no está promovida como comercial, ni de grandes aportes económicos al país, se convertirá en un movimiento de gran proyección al futuro como lo es en la actualidad para otros países centroamericanos”.

El crecimiento general de la producción acuícola sigue siendo relativamente elevado gracias al aumento de la demanda de peces comestibles entre la mayoría de países productores. Sin embargo, la producción acuícola de algunos de los principales productores industrializados regionales, sobre todo los Estados Unidos, España, Francia, Italia, Chile Japón y Corea, ha disminuido en los últimos años. (FAO 2014).

Para ampliar el concepto citando a Aguirre, Jorge I. (2005), Guía Técnica de Acuicultura Rural, señala: “La acuicultura es una actividad interdisciplinaria como quiera que en ella confluyen de manera integrada: biología, química, física, estadística, ingeniería, economía y otras. Es el cultivo de plantas y animales útiles en ambientes acuáticos confinados, hechos por el hombre, donde estos organismos no pueden escapar y se realizan la alimentación, reproducción, crecimiento y cosecha de manera controlada. Ejemplo: peces, camarones, caracoles, ranas, algas, arroz bajo inundación etc.”

Debemos tener presente que, desarrollar la acuicultura tradicional es necesario dos elementos importantes que son el suministro de agua para recambio y oxigenación del estanque, pileta o tina donde se practica las actividades y mantenga los niveles físico químicos del ecosistema, evitando posibles elementos de contaminación o afectación del medio. El otro elemento es el brindar una suplementación adecuada que garantice la nutrición de los organismos cultivados, que se reflejan en el crecimiento y ganancia de peso proporcional al tiempo de cultivo.

Esta panorámica nos motiva a buscar alternativas y hacer más sostenible esta actividad, que le permite productor realizar hasta dos cebas de tilapias anualmente, demostrando que la actividad es sustentable al ambiente, sin embargo, es una preocupación el hecho que se demanda en grandes cantidades, y se debe contar con fuentes constantes en todo el año.

Es importante el establecer criterios propios generados de la investigación en cuanto a la utilización de la tecnología Biofloc, datos que no se evidencian en la actualidad de manera directa como medios de información dentro de la actividad acuícola en Panamá y puedan proporcionar una opción técnica, que facilite mejorar las condiciones del agua en cuanto a sus estándares físicos- químicos, con seguimiento del porcentajes de la mortalidad comparativa, que se genere y los alcances productivos reflejados en peso y talla de un cultivo de tilapias u otras.

especies acuícolas que se deseen estudiar posteriormente, asegurando un desarrollo sostenible de la acuicultura, además de promover el mejor uso de las fuentes de agua y evitar el gasto innecesario de este importante recurso.

Otro aspecto relevante es que la tecnología Biofloc, son de carácter y valor ecológico considerando que son elementos biotecnológicos que aplicados ayudan a mantener los parámetros fisicoquímicos del agua en proporciones aceptables, como las cualidades organolépticas del agua, color, olor, turbidez y a nivel químico la disponibilidad de oxígeno (O_2); Amonia (NH_3 / NH_4^+); nitrato (NO_3^-); nitrito (NO_2^-); el PH entre otros; que son importantes en el flujo energético del ecosistema, facilitando la producción de alimento pesquero. Igualmente, resaltamos que la función de los Microorganismos Eficientes (ME), como medios de limpieza y descomposición de materiales orgánicos promueven un ecosistema productivo sostenible.

Entendiéndose que este proceso como lo expresa Landino y Rodríguez (2011), son una combinación de bacterias ácido láctica, una bacteria fototrófica y levadura, con capacidad sinérgica, sintrópica y metabiótica para disminuir la capacidad contaminante de las aguas servidas.

2.2- Bases investigativas

✓ Antecedentes Históricos:

La actividad Acuícola se remonta su estudio y uso desde la época de las grandes civilizaciones, egipcias, romana y china, siendo en este país donde se crea el primer tratado de Acuicultura, ideado por Fan Lay en el año 475 A.C.

En la década del 70, cuando se establece por primera vez en Panamá como actividad pecuaria bajo la Dirección de Acuicultura del MIDA, actualmente transformada en la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) desde el 2007.

Los Microorganismos eficientes se desarrollan como tecnología en la década de los 80 en la ciudad de Ryukyu Daigaku en Okinawa, Japón, descubierta por el Ingeniero Agrícola Doctor Higa Teruo;

con el fin de buscar una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la Segunda Guerra Mundial para la producción de alimentos en el mundo entero.

En algunos países como México y Colombia entre otros, se ha desarrollado el uso de la tecnología Biofloc como alternativa para el mejoramiento de las condiciones y uso del agua en la Acuicultura.

Esta tecnología se define como acumulaciones masivas de bacterias y otros microorganismos que conforman unas estructuras denominadas flóculos, capaces de mejorar fertilidad física, química, biológica y resistencia a patógenos del suelo y además son funcionales en la práctica, donde se ha demostrado limpiar aguas servidas con altos contenidos de contaminantes es decir, sustancias tóxicas tales como el amonio y nitrito, procedentes de la excreta de los organismos y materia orgánica sobrante del alimento entre otros elementos.

✓ Antecedentes Investigativos:

La actividad acuícola es parte importante en la producción de alimentos de consumo, sin embargo, es un proceso como se ha señalado anteriormente que exige la continua demanda de agua cruda para la producción de especies dulce acuícolas, situación que ha permitido un uso constante y desmedido del recurso hídrico, además de mantener el vertimiento de agua con cierto grado de contaminación al medio sin tratamientos ni usos posteriores.

Citando un estudio de Gonzales, L. Edgar, A. (2017). Impacto Ambiental de la Acuicultura intensiva en los componentes de agua y sedimentos del lago Guamez Nariño, resalta entre sus conclusiones: "Que existe una mayor contaminación debido principalmente al alimento suministrado a los peces, los productos metabólicos de los mismos y el alimento no consumido, si bien es cierto los resultados de los cambios ambientales no son alarmantes, se denota la degradación del agua y los sedimentos que se encuentran influenciados por las jaulas de cultivo, por lo cual se debe prestar atención e importancia al desarrollo de esta actividad".

Es evidente que en nuestro país, la mayoría de los productores que desarrollan la actividad acuícola se mantienen con la práctica tradicional de cultivar peces utilizando grandes cantidades de agua entrando y saliendo, donde los aspectos de producción conducen en mayor proporción el uso de estanques de tierra de tamaños

superiores a los 100 metros cuadrados, los cuales son extensivos y con objetividad de consumo familiar, actualmente se ha tratado de cambiar impulsando el uso de estanque de menor tamaño con cubiertas plásticas o la promoción de tinas con áreas de producción de 30 a 40 metros cúbicos de agua, fomentando un menor gasto.

de agua, sistema de cultivos intensivos y favorecer el manejo más efectivo que resulte en la producción de especies en menor tiempo y mayor productividad en carne para la comercialización.

En la actualidad no se ha llevado a cabo la práctica de introducir el uso de la tecnología Biofloc, como medio de innovación tecnológica a fin de implementar buenas prácticas acuícolas de índole comercial, esencialmente en el uso de los Microorganismos Eficientes (EM) con potenciales probióticos naturales que generan estados de mejoramiento de la calidad del agua y mantengan las funcionalidades de los parámetros fisicoquímicos permisibles para diversos cultivos.

“La supervivencia del ser humano se debe en gran parte al aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, la falta de planeación y el desconocimiento de las posibles consecuencias de un mal aprovechamiento de los recursos, traen consigo la contaminación del ambiente natural”. (Samboni et al., 2007).

“El recurso hídrico presente en sistemas como ríos, lagos y lagunas ha sido fuertemente afectado por el desarrollo de diferentes actividades agropecuarias que arrojan a las corrientes sustancias cada vez más agresivas y difíciles de tratar debido a su naturaleza química”. (Fernández y Solano, 2005).

Los parámetros fisicoquímicos se caracterizan por brindar datos precisos sobre el estado ambiental de un cuerpo de agua, algunos de los parámetros de mayor importancia que se utilizan para dichos estudios son el oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura (T°), transparencia, conductividad eléctrica (CE), dureza y alcalinidad (NSF, 2006).

María del C. Monroy-Dosta¹. (2013). Señala en su estudio sobre *Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al Biofloc en un cultivo de tilapias*, expresa que “Los principales grupos encontrados en el agua fueron: bacterias, microalgas, ciliados, rotíferos y nematodos.

Resaltamos que la empresa Agro biológicos de Panamá (ABP), en sus laboratorios produce el Descomponedor de Materia Orgánica

(DMO), quienes detallan en su catálogo Ficha Técnica Bacter DMO Para Uso Acuícola. (2018).

Los principales componentes del Biofloc utilizados, son los flóculos bacterianos manipulados: *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Lactobacillus* y levaduras a una concentración mínima de 1×10^9 ufc / cc, 100% orgánicos.

Estos Microorganismos Eficientes utilizados para el desarrollo de esta investigación, son componentes del producto denominado DMO y se caracteriza por estar formulada con diversas cepas naturales de microorganismos seleccionados como biocontroladores, bioremediadores y probióticos, como se detalla en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1
Mecanismos de Acción de Bacterias con Potencial Probióticos

Microorganismo		
Lactobacilos/Estreptococos	Levaduras	Microorganismo en general (Fuller, 1989)
Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos.	Fuente de nutrientes indispensables: aminoácidos, vitaminas, oligoelementos.	Estimulación de la respuesta inmune humoral y/o celular.
Producción de ácido láctico, con lo que se reduce el pH en el sistema digestivo del animal.	Optimización en el proceso de absorción de minerales, especialmente de zinc, potasio y cobre.	Alteración del metabolismo microbiano por el incremento o decremento de los niveles de enzimas relevantes
Adhesión y/o colonización de los microorganismos seleccionados al sistema digestivo.	Propiedades absorbentes, lo que las convierte en fuentes de nutrientes, y además actúan como amortiguadores de pH.	Exclusión competitiva en los cuales el probiótico antagoniza al patógeno potencial por la producción de compuestos inhibitorios o por la competencia por nutrientes, espacio (sitios de adhesión en el tracto digestivo) u oxígeno.
Prevención por los microorganismos de la síntesis de toxinas.	Propician condiciones de una mayor anaerobiosis, lo que estimula el desarrollo de microorganismos anaerobios estrictos.	
Producción de antibióticos.	Actúan como atractantes naturales, incrementando el consumo por parte del animal.	

Fuente: ABP, (2018). Ficha Técnica Bacter DMO Para Uso Acuícola.

2.3- Bases conceptuales:

Para el desarrollo de esta investigación, se determinaron diversos elementos de planificación estratégica, cuyo medio experimental

proporciona datos fiables en campo, sustentados sobre la base de los objetivos e hipótesis antes establecidos, por lo tanto, es importante tomar en cuenta que las bases conceptuales del estudio se fundamentaron en:

- a. Que los paradigmas indican que la actividad acuícola se desarrolla en condiciones óptimas de campo con acceso de agua continua, por lo tanto, si una finca no posee afluentes permanentes no es posible desarrollar la actividad.
- b. Esta situación conlleva un efecto de uso indiscriminado de agua constante, las 24 horas del día durante todo el tiempo del cultivo de peces u otras especies, esta acción conlleva desperdicio del recurso, emisión de aguas con un nivel bajo de contaminación por la salida y pérdida al medio, la cual no se le proporciona ningún tipo de tratamiento de recuperación o reutilización.
- c. La investigación se ha basado en la utilización del sistema Biofloc (microorganismos eficientes), en tinas de cemento con cultivo de peces de la especie tilapias rojas (*Oreochromis ssp*), con el objeto de sustentar que los microorganismos eficientes son capaces de mantener las condiciones aceptables de nuestras aguas dulces, para el cultivo, desarrollo y mantenimiento de los peces en este caso tilapias, sin la entrada constante de agua, utilizando aireación artificial, poder así contribuir a cultivar esta especie con un sistema no tradicional, alternativa para mejorar el uso del agua, tener otra perspectiva de la sostenibilidad de la actividad acuícola y que sea una práctica sencilla, aplicable y de bajo costo, desde el punto de visto productivo.
- d. Se utilizaron como medios de control los siguientes métodos de colección de datos:
 - Evaluación mediante la observación la mortalidad en cada tina, anotando diariamente la cantidad de peces muertos desde el primer día de siembra hasta la cosecha, como medio de control de parámetro de la investigación.
 - Cálculos biométricos de ganancia de peso y crecimiento de las tilapias, a fin de establecer la tasa de alimentación sugerida en etapa del cultivo, considerando las aportaciones del Biofloc en cuanto a la transformación del desecho en algas u otros organismos que son consumidos por las especies acuícolas.

Es importante para este estudio determinar el desarrollo integral de las tilapias, que nos indica como se va

comportando sin recambio del agua, con la introducción de ME, diariamente, además de verificar el consumo de alimento, este punto es relevante considerando que hay factores que estresan al cultivo, elementos que se presentan como negativos a nivel químico en el agua como lo es el aumento de nitrito en el medio y que afectan el normal consumo de alimento.

- Dentro del análisis de los parámetros físicos se evaluaron:

La temperatura: Citando a Aguirre, Jorge I. (2005), expresa que es un “parámetro importante que influye directamente en los organismos acuáticos afectando la respiración, el crecimiento y la reproducción, considerando que los peces son de sangre fría, por lo tanto, su temperatura depende del medio en que viven (Poiquiloterma)”.

Turbidez y Color: El término turbidez indica que contiene “material en suspensión en la columna de agua, el cual interfiere con el paso de la luz solar y limitan el crecimiento de las algas”. Como lo señala Aguirre Jorge I. (2005).

Para el control de este indicador se pudo estimar por la medida de la visibilidad del disco Secchi, el cual es un disco de 20 cm, de diámetro, con dos cuadrantes negros y dos blancos intercalados, que desaparecen de la vista al sumergirlo en agua, como se observa en la Foto No. 1.

Foto No. 1

Medición de turbiedad uso de Disco Secchi

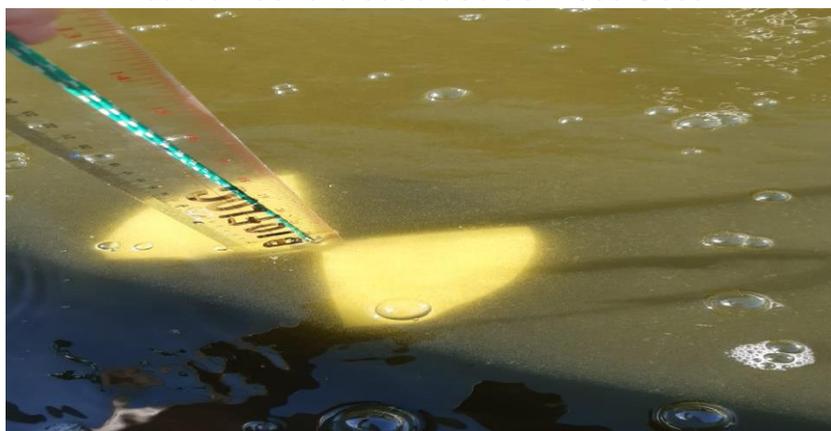


Foto Gómez, A. (2020). Investigación Biofloc.

- Para el análisis de los controles químicos se utilizaron reactivos y equipos HACH, como el Reactor DRB-200 y un Espectrofotómetro DR- 3900. Usados como calentador de

muestra y lectura de resultados respectivamente, para los siguientes controles de parámetros químicos.

Uno de los principales problemas que presentan los sistemas cerrados de recirculación de agua utilizados en la acuicultura, es la eliminación constante de los metabolitos tóxicos, como el amoníaco (NH_3) y el nitrito (NO_2^-). El nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), es excretado por los peces a través de sus branquias y la orina (Forster & Goldstein, 1969; Lagler y colaboradores, 1984), y es producido también por la descomposición microbiana del alimento no consumido y de las excretas, por medio de las bacterias.

Entendiéndose que se busca establecer como parte del estudio verificar si los ME, son capaces de mantener en condiciones aceptables los parámetros principalmente químicos en el agua como se establece en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2
Parámetros y Rangos Físico Químicos Permisibles en la
Actividad Acuícola.

PARÁMETROS	RANGOS
Temperatura	25.0 - 32.0 °C
Oxígeno Disuelto	5.0 - 9.0 mg/l
PH	6.0 - 9.0
Alcalinidad Total	50 - 150 mg/l
Dureza Total	80 - 110 mg/l
Calcio	60 - 120 mg/l
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5 - 2.0 mg/l
Amonio Total	0.1 mg/l
Hierro	0.05 - 0.2 mg/l
Fosfatos	0.15 - 0.2 mg/l
Dióxido de Carbono	5.0 - 10 mg/l
Sulfuro de Hidrogeno	0.01 mg/l

Fuente: García A. (2018), ARAP.

Cantidad de Oxígeno Disuelto (COD): “Es uno de los factores o variables más críticas de la calidad del agua en la acuicultura, cuyo grado de solubilidad de este elemento.

depende de la altura sobre el nivel del mar, la temperatura y la salinidad”. Aguirre Jorge, I. (2005). Además, el Ph y la temperatura del agua regulan la proporción de amoníaco total,

un aumento en la unidad de Ph, causa aproximadamente un aumento 10 veces en la producción de amoniaco ionizado.

Para nuestro estudio se utilizó un Blower de $\frac{1}{2}$ Hp, el cual proporciona la distribución de oxígeno artificial en las tinas evaluadas.

Ph: Para Rodríguez Gómez Horacio y Anzoli Escobar Eduardo. (2009). La Calidad del Agua y La Productividad de un Estanque En Acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, “El valor del pH está dado por la concentración del ion hidrógeno e indica si el agua es ácida o básica y se expresa en una escala que varía entre 0 y 14. Si el pH es 7 indica que es neutra, o sea que no es ni ácida ni básica; un agua con pH por debajo de 7 es ácida y por encima de 7 es básica”.

Rodríguez Gómez Horacio y Anzoli Escobar Eduardo. (2009). Indican que “Los extremos letales de pH para la población de peces, en condiciones de cultivo, está por debajo de pH 4 y por encima de pH 11. Aunque los peces pueden sobrevivir en valores de pH cercano a estos extremos se observa un crecimiento lento y baja producción en los estanques, así mismo, cambios bruscos de pH como consecuencia del traslado de peces de un estanque a otro, con marcada diferencia de pH, pueden causar la muerte”.

Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃): El Amoniac (NH₃), proveniente del metabolismo de la tilapia (orina, defecaciones o las branquias) y descomposición de la materia orgánica, se transforma en Amonio (NH₄), siendo el amoniaco no ionizado el más toxico para los peces. Aguirre, Jorge I. (2005).

Nitrito (N-NO₂): Se origina de la nitrificación a partir del amonio mediante la acción de bacterias nitrificantes denominadas Nitrosomas ssp. (clase de betaproteobacterias).

Nitrato (N-NO₃): El Nitrato (NO₃⁻), se origina de la nitrificación del nitrito, mediante la acción de las bacterias nitrificantes denominadas Nitrobacter spp. (clase de alfavroteobacterias).

El nitrato es el producto final de la nitrificación y el menos tóxico de los productos nitrogenados. Mientras que la toxicidad de nitrito (NO₂) ha sido demostrada en los peces, siendo más susceptibles los alevines y los juveniles (Balbuena, 2011). Mollapaza, P. Teresa. (2017). “Evaluación

De Las Vías De Transformación De Los Compuestos Nitrogenados En Dos Sistemas Cerrados De Cultivo De Paiche. *Arapaima gigas*”.

Alcalinidad y Dureza Total: Se define de acuerdo a Aguirre, Jorge I. (2005), “La Alcalinidad total se refiere a la concentración de bases en el agua expresada como miligramos por litro de carbonato de calcio equivalente”. La Disponibilidad de dióxido de carbono para el crecimiento de fitoplancton está relacionada con la alcalinidad.

En cuanto a la Dureza Total, Aguirre, Jorge, I. (2005), la define como “La concentración de iones divalentes principalmente calcio y magnesio, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio equivalente”.

Los valores de alcalinidad total y dureza total, son normalmente similares en magnitud, debido a que los iones de calcio, magnesio, bicarbonato y carbonato en el agua, son derivaciones en cantidades equivalentes de la solución de piedra de cal en depósitos geológicos; la ingeniería sanitaria clasifica las aguas por su dureza como se muestra en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3

Clasificación de las aguas de acuerdo a los grados de dureza.

0 – 75 mg/L	Aguas Suaves
75 – 150 mg/L	Aguas moderadamente suaves
150 – 300 mg/L	Aguas duras
+ 300 mg/L	Aguas muy duras

Fuente: Aguirre, Jorge, I. (2005). Guía Técnica de Acuicultura Rural.

Fósforos Totales: Citando a Rodríguez Gómez Horacio y Anzoli Escobar Eduardo. (2009). La Calidad Del Agua y La Productividad De Un Estanque En Acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, indican “El fósforo es un nutriente requerido para el crecimiento de las plantas y es abundante en los huesos y dientes de los animales. La relación de carbono - nitrógeno - fósforo, requerido por la mayoría de las especies de fitoplancton es de 106-16 – 1 (Stickney, 1979), lo que indica que cantidades muy pequeñas de fósforo influyen en la productividad primaria”.

Agregan además que “Corresponde a uno de los elementos principales en la vida de las plantas y es componente de ciertas proteínas, de los ácidos nucleares y de los nucleótidos y por lo general es el elemento regulador del crecimiento del

fitoplancton en los estanques; el crecimiento normal de las algas y la producción primaria de materia orgánica en el agua están condicionadas a la existencia de fósforo, pero las aguas naturales no son ricas en fósforo y esto limita el desarrollo de las algas”.

Suplementación: Como expresa Kubitz, F. (2016). Producción segura de estanques y sus fundamentos I. “Las alteraciones en la calidad del agua de un estanque de cultivo de peces, comienzan a partir del momento en que se inicia la oferta de ración alimentaria. El uso de ración de calidad, es esencial en el cultivo de peces y sin disponer de ella, se vuelve difícil producir para una piscicultura de carácter comercial”.

Durante el estudio se suministró alimentos para tilapias, dosificando según el peso, tipo de alimento según nivel de proteína y aplicado tres veces por día en cada tina. Según el porcentaje de proteína de cada alimento se utilizó alimento de 45%, 40%, 29 y 24%.

Para el cálculo de la alimentación se estableció una tabla de alimentación sugerida según el peso promedio de cada resultado del muestreo biométrico, como se observa en el cuadro No. 4., se muestran los diversos porcentajes de alimento aplicados por peso de las tilapias.

Cuadro No. 4
Tasa de Alimentación Para Tilapias

Peso Corporal de los peces (gr)	Tasa de Alimentación diaria (%)
0 – 1	30 – 10
1 – 5	10 – 6
5 – 25	5
25 – 100	4 – 3
100 - -250	3
250 – 450	2 – 1

Fuente: Aguirre, Jorge, I. (2005). Guía Técnica de Acuicultura Rural. Pág.68.

2.4- Bases legales:

CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD METROPOLITANA de EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGIA (UMECIT), DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ Y AGROBIOLÓGICOS DE PANAMÁ, (2018)

CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD METROPOLITANA de EDUCACIÓN, CIENCIA Y

TECNOLOGIA (UMECIT), DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ Y LA AUTORIDAD DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS DE PANAMÁ (ARAP).

Ley 8 de 24 de enero de 2002 "REGULACIONES NACIONALES PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS ORGÁNICAS" Art. 4

3. Aspectos Metodológicos de la Investigación.

- Paradigma, Enfoque y Método de la Investigación:

Uno de los paradigmas que se han manejado en la acuicultura es que sin agua no se puede desarrollar el cultivo de especies dulce acuícola.

El principal enfoque de la investigación es determinar si la tecnología Biofloc, en su funcionabilidad es capaz de mantener las condiciones normales principalmente de los parámetros químicos del agua, entendiéndose que es importante que los niveles de nitrito por ejemplo se han adecuados, de lo contrario al tener una elevación por encima de 0.1 mg / L. del rango normal, tendríamos una afectación del cultivo de tilapias, estos resultados pueden incidir en el resultado de los controles biométricos, en cuanto al desarrollo de las tilapias en tiempo, consumo de alimento, ganancia de peso estimado y el crecimiento.

- Tipo de investigación:

Esta investigación Cuantitativa tipo Experimental.

- Diseño de la investigación:

Esta investigación se diseñó basados en las variables analizadas que se detallan a continuación:

Variables Independientes: Temperatura, pH, Oxígeno disuelto disponible, nivel de amonía, niveles de Nitrito, niveles de nitrato, alcalinidad, cloruros, dureza del agua y fosforo total.

Variables dependientes: Ganancia de Peso y tamaño de las tilapias y porcentaje de mortalidad, presencia de material orgánico en descomposición, olor, turbiedad del agua, estado del tiempo atmosférico, cantidad de suplementación.

Evaluación de controles a tres tinajas, dos tinajas de replicas con aplicación de Biofloc (Microorganismos Eficientes), sin entrada de agua (No recambio de agua) y una tinaja testigo sin aplicación de Biofloc con recambio de agua como practica normal acuícola, a todas las tinajas se suministraba aireación mediante un blower para oxigenación.

A las tres tinajas o piletas con estructuras de cemento, de forma circulares se les realizó previamente acondicionamientos (reparaciones y aplicación de pintura epoxica).

Es importante aclarar que sólo en los meses de enero a marzo se reponía agua a las tinajas con Biofloc, sólo como medio de compensar 7.0 cm de agua evaporada semanalmente como lo demuestra la foto No.2

Foto No. 2

Reposición de agua, por evaporación en tinajas con Biofloc



Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación, UMECIT, ARAP, ABP.

Evaluación de los parámetros Fisicoquímicos: Se realizaron mediante uso de sonda multiparámetros para medir temperatura, y el pH. En cuanto a la medición de la concentración de la cantidad oxígeno disponible (COD), amonía, nitrito, nitrato, cloruro, alcalinidad, dureza y fosforo, mediante controles aplicados con el uso de equipo HACH con reactivos a nivel de laboratorio, se utilizaron además equipos como Reactor y un Espectrofotómetro.

Los análisis de los parámetros se realizaron cada 15 días lo químicos y los físicos semanalmente, además de los controle biométricos de los peces cada 15 días. En el caso de obtenerse algún parámetro con altos niveles de concentración se monitoreaba diariamente

hasta que volviera a la normalidad en cuanto a su rango aceptable como se mostró en la tabla No. 2.

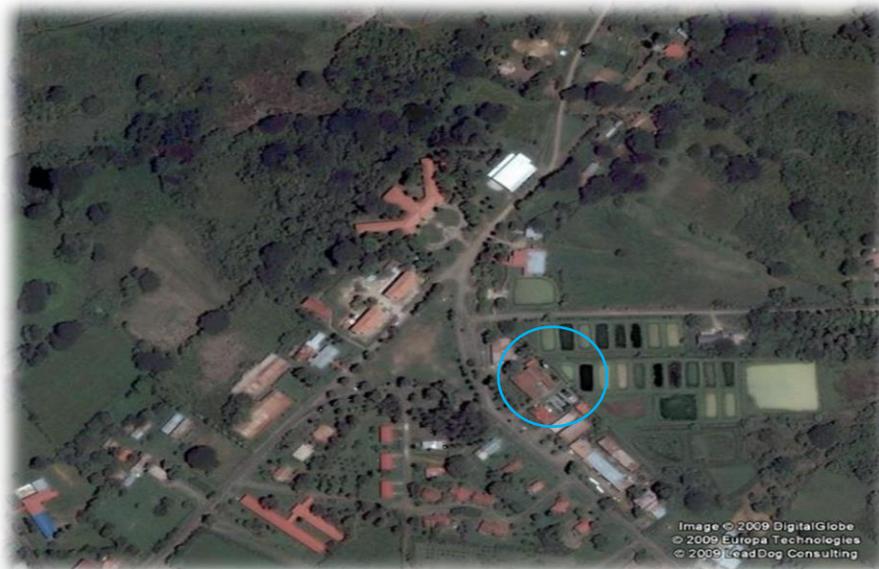
Evaluación de los resultados basados principalmente en la aplicación del Biofloc considerando el comportamiento y desarrollo del cultivo en cuanto a ganancia de peso diario y el porcentaje de la mortalidad, evidenciado las hipótesis y teorías que sustentan los resultados finales de la investigación. Para la evaluación de los controles de peso, talla y mortalidad de esta investigación se aplicaron Pruebas de matemática (Promedios).

○ Procedimiento de la investigación:

El Área de estudio de esta investigación fue la Estación Dulce Acuícola de ARAP, ubicada en el Instituto Nacional de Agricultura, Corita, Corregimiento de Santiago Este, Distrito de Santiago, provincia de Veraguas, como lo indica la foto. No. 3. Con las coordenadas UTM (E 532166.31 – N 900173.87).

Foto No. 3.

Mapa de Localización de la Estación Dulce acuícola ARAP.



Fuente: Recuperado de:

https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/instituto-nacional-de-agricultura-ina/localizaci-n.html

La estación dulce acuícola, se estableció en la década del 70, con el fin de promover la producción de semillas de diversos organismos dulce acuícolas, para el fomento de la actividad de producción de alimentos, en este caso el acceso a alimentos ricos

en proteínas como la carne de pescado, para la población panameña.

Sistema y dosis de Biofloc.

La principal actividad que se realizó en la investigación fue la aplicación del Biofloc como medio de floculación inicial de cada tina donde se evaluó el desempeño de los microorganismos eficientes (ME), en las piletas Pc 1 y Pc 2, antes de la siembra, además de la utilización de un blower eléctrico de ½ Hp, como medio artificial de suministro de oxígeno. Fotos 4.

Foto No. 4

Estructuras, sistema Biofloc, aireación y Siembra de tilapias.



Fuente: Gómez, A. (2019). Investigación, UMECIT, ARAP, ABP.

Antes de la siembra de los alevines en las tinas, se inició con la floculación, seguimiento diario y adecuación de las dosis de ME, según los resultados preliminares de la evaluación de los parámetros físico – químicos del agua, recolectándose datos detallados de los cambios correspondientes y la fijación de dosis final del sistema en cada tina estudiada, como se detalla en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5
Dosificación del Biofloc (ME) por etapas del cultivo.

Días / cultivo	Dosis/Tina	Dosis Total	Observación
0	1,000	2,000	Floculación pre siembra
1 – 50	41	82	Dosis inicial
51-70	82	164	Dosis por elevación nitritos
71	1,000	2,000	Bajar el exceso de solidos
72-73-75	100	200	Estabilizar el medio
77 – 152	49	98	Dosis final establecida*

Fuente: Gómez, C. Alexis. (2020). Investigación -UMECIT ARAP ABP. Santiago.

* Dosis a razón de 12 cc/ M³ de agua en cada Tina, con mejores controles y tomándose en cuenta el menor costo.

Como observación podemos resaltar sobre tres elementos que nos orientan hacer mejor uso del Biofloc, que son:

- En relación al manejo de los ME, con respecto a los niveles óptimos de los parámetros químicos específicamente Amonia, Nitrito y Nitrato (0.0 – 0.1 mg/L), no se aplicaba necesariamente el Biofloc.
- Tener siempre presente al momento de alimentar si los peces se alimentan correctamente, o dejan de comer, esto es indicativo si hay estrés en los peces y es necesario identificar si hay parámetros elevados principalmente de Nitrito, por lo cual es necesario la aplicación de Biofloc y seguimiento del control de este a nivel de análisis en laboratorio.
- El estado del tiempo es otro elemento que tomamos en cuenta, principalmente si son días nublados o lluviosos, hay baja del oxígeno y provoca estrés de los peces, como específica Waters, P.J. (2008). Relación alga / oxígeno clave para la salud del estanque. Indica que: “Por ser un día nublado, la muerte de las algas, o interrupciones del proceso fotosintéticos; la carencia de una aireación apropiada podría conducir a pérdidas de los peces y otro estrés relacionados al oxígeno”. Por ello es necesario bajar el suministro de alimento y aplicar ME, como medio de degradación de algas y otros desechos que compitan por el oxígeno.

Estos elementos los hemos considerado parte importante de los hallazgos y también que representan minimizar costos de producción.

Siembra de Alevines y Controles de Alimentación: Este estudio requirió al inicio con la siembra de tres tinas circulares de 4.1 M³, con una población inicial de 190 alevines por cada tina, a razón de una densidad de 47 alevines de tilapias rojas por M³; los cuales tenían un peso promedio por alevín de 1.72 grs. y una talla de 4,25 cm. en promedio, el día 14 de octubre de 2019 y culminando el 13 de marzo de 2020.

Desde el día uno hasta finalizar el estudio, se estableció según tabla de alimentación el suministro de alimento, tomando en cuenta los resultados de los controles biométricos de peso y tallas, se

asignaban el porcentaje de la tasa de alimentación, como se detalla en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 6
Suministro de alimento

Días de cultivo	% Tasa de Alimentación	Total Grs. Suministrado	% Proteína
2 – 15	20	196.2	45
16 – 31	10	175.2	45
32 – 45	5	314.7	45
46 – 68	4	402.6	45
69 – 87	3	356.9	45
88 – 99	3	231.2	40
100 – 122	2	4,778.66	40
123 – 144	2	375.0	29
145 – 152	2	420.0	29

Fuente: Gómez, C. Alexis. (2020). Investigación -UMECIT ARAP ABP. Santiago.

Para el establecimiento de la tasa de alimentación se desarrolló muestreos biométricos, para el establecimiento de la tasa de alimentación, mediante el pesaje y la medición de tallas de muestras de 25 tilapias en todo su período de evaluación en cada pileta, ver foto No. 5.

Foto No. 5
Cálculo de peso y tallas de tilapias.



Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación, UMECIT, ARAP, ABP.

Se realizaron los cálculos de medición mediante las siguientes ecuaciones matemáticas.

- a. Control Biométrico Pesaje de las Tilapias: Colectaron los datos de evaluación del peso, mediante el muestreo y pesaje de las tilapias con el uso de bascula portátil o electrónica digital en gramos, sumatoria y división del resultado entre la cantidad de peces Muestreados.

Para el cálculo de la ganancia de peso:

$$Px = \sum \text{pesaje} / n$$

- b. Medición del crecimiento de las tilapias: Muestreo de las tilapias para cálculo de la talla, con una regla en centímetros y cálculo de la sumatoria de las tallas muestreadas y se divide entre el No. total, de la muestra.

Para el cálculo de la talla se determina mediante:

$$Tx = \sum \text{tallas} / n$$

- c. El cálculo de la mortalidad: Se realizó mediante la observación diaria del proyecto, en donde se colectaba diariamente la cantidad de tilapias muertas durante el día o la noche (amanecían Muertas), se anotaban los datos y se restaba del lote original, calculándose el porcentaje de mortalidad respectivo durante el estudio.

Estimación matemática del porcentaje de mortalidad y sobrevivencia existente.

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{(\text{No. Peces muertos}) \times 100}{\text{Total, de peces existentes}}$$

Al analizar el consumo total de alimento y la cantidad de peces que sobrevivieron en el estudio, podemos señalar que el consumo de alimento total vs. la población y peso final se refleja en el cuadro No. 7, por cada pileta en estudio.

Cuadro No. 7
Población Final, Consumo total Alimento y Peso Final.

Población Tilapias			Consumo Alimento Lbs.			Peso Total Lbs.			Conversión		
Pc 4	Pc 5	Pc 6	Pc 4	Pc 5	Pc 6	Pc 4	Pc 5	Pc 6	Pc 4	Pc 5	Pc 6
159	160	160	32.90	30.63	32.71	70.6	68.02	75.26	0.47	0.45	0.43

Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación, UMECIT, ARAP, ABP.

Al observar estos resultados, podemos establecer que no hay muchas diferencias de cada elemento evaluado, en cada pileta considerando que en la PC 4 y 5 con Biofloc y la Pc 6 sin Biofloc, se logró obtener un 85 % de sobrevivencia aproximado en las piletas con Biofloc y sin Biofloc, con un consumo de alimento en el mismo rango en las tres piletas y la conversión de peso al final de la investigación bastante similares, en los cinco meses de estudio.

Período que generó en las piletas con ME en la PC 4 una producción por metro cubico de 17.21 libras, con una población de 39 peces / M³. Con un peso promedio 200 gramos/ tilapia. En la pileta Pc 5, tenemos una producción de 16.59 libras/ M³, una población de 39 tilapias / M³, y un peso promedio de 193 grs./tilapia. En la Pc 6 sin ME, se obtuvo una producción de 18.35 libras/ M³, una población de 39 tilapias / M³, y un peso promedio de 213.55 grs./ tilapia.

d. Métodos del muestreo y análisis de parámetros físico químicos.

Para el análisis de los parámetros físico químicos se aplicaron los siguientes métodos:

Temperatura: Mediante el uso de una sonda multiparámetro, introduciendo el sensor al agua por unos 45 segundos y se lee el resultado, se logró determinar diariamente la temperatura del agua, lecturas digitales que nos arrojaron una temperatura promedio como se indica en las piletas evaluadas, Pc 4 (27.11 °C); Pc 5 (27.3 °C) y Pc 6 (27.76 °C). Datos colectados durante los cinco meses del estudio en época de invierno y verano, que indica una temperatura bastante estable y sin diferencias en cada pileta.

pH: Este parámetro se calculó mediante el uso de la sonda multiparámetro, introduciendo por 45 segundos el sensor al agua y se lee el resultado digitalmente, promediándose los resultados en cada una de las piletas, durante los cinco meses de investigación: Pc 4 (pH 8.2); Pc 5 (Ph 8.2) y Pc 6 (pH 8.3).

Estos resultados indican que el sistema Biofloc con respecto a un medio natural mantiene el pH del agua en las mismas condiciones de rango, considerando que no hay recambio, además de mantenerse la misma intensidad de alimentación y la población, no hay significativa diferencia en cada pileta durante el proceso.

Cantidad de Oxígeno Disponible (COD): Se analizaron los niveles de COD, mediante el uso del reactivo TNT825, siguiendo los procedimientos detallados a continuación:

- a. Enciende el reactor. Precalentar a 150 °C, cerrar la campana o colocar el escudo de seguridad frente al reactor.
- b. Canalice cuidadosamente 2.0 ml, de la muestra en cada vial por pileta.
- c. Cerrar el vial e invertir para mezclar.
- d. Calentar la muestra en el reactor durante dos horas.
- e. Espere 20 minutos y retire los viales cuidadosamente invirtiéndolos o mezclándolos dos veces.
- f. Dejar enfriar a temperatura ambiente en una porta tubos y dejarlo enfriar.
- g. Limpiar a fondo el exterior del vial e inserte la muestra vial en el soporte de la celda DR 1900 y presione leer 2, anotar resultado.

Este control de gran importancia para el cultivo de tilapias, se obtuvo un promedio de COD en la tina PC 4 (5,92 Mg/L). en la Tina PC 5 (5,54 Mg/L). y en la tina PC 6 (5,07 Mg/L). Lo que nos demuestra que no hay gran diferencia de COD, entre las tres tinas evaluadas.

Nitrito: Reactivo para determinar el nitrito de bajo rango mediante el método de diazotización NitriVer 3. Con los siguientes pasos a seguir:

- a. Seleccione la prueba 371 N, llene una celda con 10 ml de muestra.
- b. Agregue el contenido de una almohadilla de polvo de reactivo NitriVer 3 Nitrito.
- c. Si el nitrito está presente, se formará un color rosado, con el remolino al disolver la mezcla.
- d. Iniciar el temporizado del instrumento, comenzar un periodo de reacción de 20 minutos.
- e. Ponga el instrumento DR 1900 en cero, la pantalla mostrará 0.00 mg/L NO₂⁻- N.
- f. Limpie la muestra preparada e inserte en el soporte de la celda y leer los resultados en mg/L NO₂⁻- N.

Se promedió los niveles de nitrito en cada pileta con un rango para cada pileta con los siguientes resultados: PC 4 (0.22 Mg/L); pileta Pc 5 (0.00 Mg/L) y Pileta Pc 6 (0.33 Mg/L). lo cual nos indica que las piletas con Biofloc mantuvo un rango menor que la pileta con recambio de agua, sin embargo, las diferencia no fue significativa ni presento daños al cultivo de tilapias.

Nitrato: Reactivo para determinar el nitrato $\text{NO}_3\text{-N}$ de rango alto y medio mediante el método de reducción con cadmio.

- a. Inicie el programa 355 N, Nitrato, HR PP, llene una celda con 10 ml, de la muestra.
- b. Adicione el contenido de una almohada del reactivo en polvo NitraVer 5, poner el tapón en la celda de la muestra.
- c. Iniciar el temporizador del instrumento, comienza un tiempo de reacción de 1.0 minuto.
- d. Poner el tapón de la celda de la muestra, agite la celda vigorosamente hasta que expire minuto del temporizador, algo de polvo puede no disolverse, esto no afectara los resultados.
- e. Inicial el temporizador del instrumento en un tiempo de 5 minutos de reacción, un color ámbar se muestra si hay nitrato presente.
- f. Ponga el instrumento 0.0 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$. Limpie la celda de la muestra preparada.
- g. Dentro de un minuto después que expire el temporizador, inserte la muestra preparada en el soporte de la celda.
- h. Lea los resultados, que se muestran en mg/l.

Los promedios obtenidos en el estudio de Nitrato fueron en las tinajas las siguientes: Pc 4 (0.00 mg/L); Pc 5 (0.00 mg/L) y Pc 6 (0.00 mg/L). Lo que indica que tanto con ME y con recambio de agua los niveles de Nitrato fueron de cero.

Nitrógeno Amoniacal: Reactivos para determinación del Nitrógeno Amoniacal, cianuro de Amonio y Silicato de Amonio.

- a. Llenar una celda con 10 ml de muestra y agregue el contenido de la almohadilla de silicato de amonio en polvo a cada celda de muestra.
- b. Coloque el tapón en la celda de la muestra y agitar para disolver el reactivo.
- c. Inicial el temporizador del instrumento en un tiempo de reacción de 3.0 minutos.
- d. Después de expirar el tiempo, agregue el contenido de una almohada de polvo de cianurato de amoniacal en cada celda de muestra.
- e. Coloque el tapón de la celda de la muestra y agitar para disolver el reactivo.
- f. Inicial el temporizador del instrumento en un tiempo de reacción de 15 minutos, si se presenta un color verde indica que hay nitrógeno amoniacal.
- g. Limpie el preparado de la muestra e insértelo en el soporte de la celda y lea el resultado en mg/L de $\text{NH}_3\text{-N}$.

En cuanto a los promedios obtenidos de los muestreos de Nitrógeno Amoniacal, se obtuvieron los siguientes resultados: Pc 4 (0.00 mg/L; Pc 5 (0.00 mg/L) y Pc 6 (0.00 mg/L). es decir no hay diferencias en las tinas con Biofloc, ni en la tina con recambio de agua.

Alcalinidad: Kit para la determinación de la alcalinidad mediante la valoración por recuento de gotas.

- a. Llenar el tubo de medición con la muestra y vierta la muestra en la botella de mezcla.
- b. Agregue una almohada de Fenolftaleína en polvo y mezclar el indicador. Si la solución es incolora, la alcalinidad de la Fenolftaleína es cero. Pasar al paso (d).
- c. Si la solución no es incolora, agregue una solución estándar de ácido sulfúrico 0.035 N por gotas, mezcle después de cada gota; cuente las gotas hasta que el color cambie de rosa a incoloro. Multiplique el numero de gotas por 20 para obtener el resultado de alcalinidad de Fenolftaleína como CaCO_3 .
- d. Agregue una almohada de polvo Bromocresol Green-Methyl Red, para mezclar.
- e. Agregue la solución estándar de ácido sulfúrico 0.035 N en gotas. Mezclar después de cada gota, cuente las gotas hasta que el color cambie de verde a rosado.
- f. Calcular el numero de gotas del paso 4 (si fue necesario) y el paso 7. Multiplique el numero total de gotas por 20 para obtener el resultado de alcalinidad Total (naranja de metilo) como CaCO_3 .

En nuestro estudio podemos resaltar que el promedio de alcalinidad en las tres tinas fue: Pc 4 (137 mg/L); Pc 5 (140 mg/L) y Pc 6 (160 mg/L). Estos resultados indican que el sistema Biofloc, se mantuvo en el rango permisible según tabla No. 1 y la tina con recambio mostro un mínimo de elevación de la alcalinidad, sin embargo, no es causa de efectos negativos al cultivo de tilapias.

Dureza: Determinación de Dureza por método de conteo de gotas, cuyo procedimiento es:

- a. Agregue un tubo de medición lleno de muestra a la botella mezcladora.
- b. Agregue una almohadilla de reactivo en polvo de dureza única a la botella para mezclar.

- c. Añadir reactivo de titulación de dureza 3 por gotas, cuente las gotas hasta que el color cambie de rosa a azul, sostenga el gotero verticalmente, gire para mezclas después de cada gota.
- d. Calcular los resultados, cada gota de reactivo dureza 3 equivale a 1 gramo por galón de dureza como carbonato de calcio (CaCO_3). El resultado puede expresarse en mg/L, multiplicando el número de gramos por galón por 17,1.

Los controles aplicados nos indican que los análisis de dureza promediaron los siguientes datos: Pc 4 (71.82 mg/L); Pc 5 (75.24 mg/L) y Pc 6 (92.34 mg/L), estos datos indican que los parámetros están dentro del rango de dureza permitido para el cultivo de tilapias, según la tabla No. 2

Cloruro: Método de titulación de conteo de gotas con titulador de nitrato de plata, cuyo procedimiento es:

- a. Llenar el tubo de medición con la muestra.
- b. Vierta la muestra en la botella de mezcla
- c. Agregue una almohadilla del indicador Cloruro 2.
- d. Gire la botella hacia la izquierda y hacia la derecha para mezclar.
- e. Agregue la solución de titulación de nitrato de plata por gotas mezclándola en cada gota, cuente las gotas hasta que cambie a un color rojo ladrillo.
- f. Multiplique el número de gotas por 20 para obtener el resultado en mg/L.

Los resultados de las evaluaciones de las tres tinajas promediaron los siguientes datos: Pc 4 (60 mg/L); Pc 5 (56 mg/L) y Pc 6 (52 mg/L). esto nos indica que el Biofloc mantuvo sin diferencias evidentes la cantidad de cloruro en el agua.

Fosforo Total: Reactivo para determinar el fósforo total, rango alto mediante el método de ácido ascórbico. Donde se siguieron los siguientes pasos:

- a. Configure el reactor DRB 200 a encendido, ajuste la temperatura a 100 °C.
- b. Retire con cuidado la tapa del Dosicap Zip y retire la tapa del vial de prueba.
- c. Use una pipeta para agregar 0.5 ml, de muestra al vial de prueba.
- d. Gire la cremallera del Dosicap para que el lado del reactivo quede en el vial de prueba, apriete la tapa del vial.

- e. Agite el vial de 2 a 3 veces para disolver el reactivo en la tapa, mire a través del extremo abierto del Dosicap para asegurarse de que el reactivo se allá disuelto.
- f. Inserte el vial en el reactor DRB 200 precalentado y cierre la tapa.
- g. Mantenga el vial en el reactor durante 1.0 hora.
- h. Cuando el temporizador expire, retire cuidadosamente el vial del reactor, coloque el vial en una gradilla de tubos de ensayo, deje que la temperatura del vial disminuya a temperatura ambiente.
- i. Use una pipeta para agregar 0.2 ml de solución B al vial de prueba, apriete inmediatamente la tapa del recipiente de la solución B.
- j. Poner el Dosicap C en el vial, apriete la tapa del vial e invierta el vial de 2 – 3 veces.
- k. Iniciar el tiempo de reacción por 10 minutos.
- l. Cuando pasen los 10 minutos, invierta el vial de 2 a 3 veces.
- m. Limpiar el vial, seleccione en el reactor DR 1900 el programa 844, inserte el vial en el soporte de la celda y lea el resultado en mg/L de PO_4^{3-} .

Los resultados de fosfatos totales en las tinas en evaluación, indicaron los siguientes promedios: Pc 4 (10,31 mg/L); Pc 5 (9.28 mg/L) y Pc 6 (3,88 mg/L). estos resultados los consideramos aceptables dentro del rango que se establece para el cultivo de tilapias, considerando que la pileta con recambio de agua presentó menor rango con respecto a las piletas con Biofloc.

Calidad Organoléptica de la Carne de Tilapias en Biofloc.

Se pudo comprobar con la preparación de una muestra de tilapia al final del estudio, para determinar alguna característica en cuanto al sabor o color, que las tilapias en sistema Biofloc, tienden a tener un sabor marisco, pero no empalagoso, con atractivo al degustarlo en la presentación que se requiera, es la única diferencia con respecto a la tilapias cultivada sin recambio de agua, el color propio de la especie tilapias al igual que la textura de la carne firme y maciza, perfecta para fileteo u otro valor agregado que se desee aplicar a nivel comercial.

La FAO señala en su Informe Mundial de la Pesca y la Acuicultura, Pp. 168. "El pescado, especialmente los pescados pequeños que se consumen enteros, además de aportar proteínas de alta calidad, pueden ser ricas fuentes de ácidos grasos omega 3, vitaminas A, D y B, y minerales tales como calcio, cinc, yodo y hierro, mientras que las algas marinas

representan una excelente fuente de ácidos grasos, vitaminas y minerales.”

- Validez y Confiabilidad (cuantitativa) / Validez y Credibilidad (cualitativa) de los instrumentos:

La investigación como se ha señalado anteriormente busca establecer criterios de confiabilidad en el uso de los ME, en la actividad del cultivo de tilapias, con datos resultantes de métodos de control con aplicación de fórmulas matemáticas sencillas y el aporte de otros medios de análisis como la lectura del espectrofotómetro que indica con precisión los índices actuales de cada parámetro.

Otro aspecto notorio que indicamos como investigación de índole Cuantitativo, aplicando diversos controles de Biometría para peso, talla de las tilapias cultivadas y porcentaje de mortalidad, apoyados en controles de calidad de agua mediante el análisis de los parámetros Físicos-Químicos del agua, resultados que proporciona datos estadísticos de importancia referencial que promuevan la utilización del sistema Biofloc como medio viable y seguro para la producción de cultivos acuícolas.

4. Análisis e Interpretación de los Resultados o Hallazgos.

- Técnicas de Análisis de Datos o Hallazgos:

Para el análisis de los resultados de la investigación se desarrollaron como técnicas las Estadística descriptiva y Estadística Inferencial.

- Procesamiento de los Datos (cuantitativa) y/o Proceso de Triangulación de los Hallazgos (cualitativa):

La investigación determino mediante el procesamiento de los datos para:

Ganancia de Peso Y Talla.

Las muestras son aleatorias e independientes y fueron extraídas de una población aproximadamente normal con varianza poblacional desconocida y diferentes. Ver Cuadro No. 8 y 9.

Cuadro No. 8
Ganancia de Peso y Talla en Piletas con Biofloc

<i>PESO PC 4</i>		<i>TALLA PC 4</i>		<i>PESO PC 5</i>		<i>TALLA PC 5</i>	
Media	64,89375	Media	12,76375	Media	62,355	Media	12,68625
Error típico	25,313267	Error típico	2,2611809	Error típico	23,683398	Error típico	2,1581912
Mediana	42,475	Mediana	12,59	Mediana	41,405	Mediana	12,18
Moda	#N/D	Moda	#N/D	Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	71,596731	Desviación estándar	6,3955854	Desviación estándar	66,986766	Desviación estándar	6,1042864
Varianza de la muestra	5126,0919	Varianza de la muestra	40,903513	Varianza de la muestra	4487,2268	Varianza de la muestra	37,262312
Curtosis	0,5074005	Curtosis	-1,263028	Curtosis	0,8048068	Curtosis	-1,116564
Coeficiente de asimetría	1,1690756	Coeficiente de asimetría	0,1898858	Coeficiente de asimetría	1,1957	Coeficiente de asimetría	0,1407998
Rango	199,88	Rango	17,86	Rango	191,28	Rango	17,4
Mínimo	1,72	Mínimo	4,25	Mínimo	1,72	Mínimo	4,25
Máximo	201,6	Máximo	22,11	Máximo	193	Máximo	21,65
Suma	519,15	Suma	102,11	Suma	498,84	Suma	101,49
Cuenta	8	Cuenta	8	Cuenta	8	Cuenta	8
Mayor (1)	201,6	Mayor (1)	22,11	Mayor (1)	193	Mayor (1)	21,65
Menor (1)	1,72	Menor (1)	4,25	Menor (1)	1,72	Menor (1)	4,25
Nivel de confianza(95.0%)	59,856365	Nivel de confianza(95.0%)	5,3468432	Nivel de confianza(95.0%)	56,002338	Nivel de confianza(95.0%)	5,1033111

Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Cuadro No. 9
Ganancia de Peso y Talla en Piletas sin Biofloc

<i>PESO PC 6</i>		<i>TALLA PC 6</i>	
Media	61,8325	Media	12,37
Error típico	25,563259	Error típico	2,1744975
Mediana	36,24	Mediana	11,735
Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	72,303815	Desviación estándar	6,1504077
Varianza de la muestra	5227,8417	Varianza de la muestra	37,827514
Curtosis	1,8535164	Curtosis	-0,777917
Coefficiente de asimetría	1,5035498	Coefficiente de asimetría	0,3178187
Rango	209,19	Rango	17,93
Mínimo	1,72	Mínimo	4,25
Máximo	210,91	Máximo	22,18
Suma	494,66	Suma	98,96
Cuenta	8	Cuenta	8
Mayor (1)	210,91	Mayor (1)	22,18
Menor(1)	1,72	Menor(1)	4,25
Nivel de confianza(95.0%)	60,447502	Nivel de confianza(95.0%)	5,1418695

Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Verificaremos ahora si los peces mantuvieron su peso promedio, al final del tiempo en que se realizó la investigación.

La comprobación se realizará a través de una prueba de medias referente a los pesos promedios al final del período.

Los datos:

$$n_1 = 8 \quad n_2 = 8$$

$$\bar{X}_1 = 62.36, \quad \bar{X}_2 = 61.83$$

$$S_1^2 = 4487.23, \quad S_2^2 = 5227.84$$

Las hipótesis:

H_0 : El peso promedio de los peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

H_a : El peso promedio de los peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, no es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

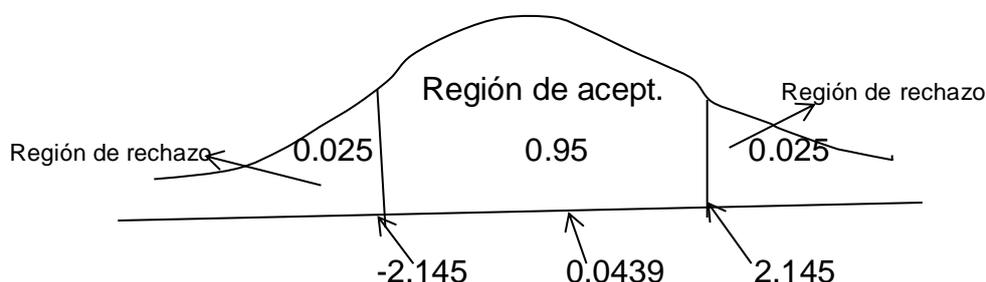
El estadígrafo
$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Cálculo del estadígrafo de prueba.

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{62.36 - 61.83 - 0}{\sqrt{\frac{4487.23}{8} + \frac{5227.84}{8}}}$$

$$Z = \frac{1.53}{\sqrt{\frac{9715.07}{8}}} = \frac{1.53}{\sqrt{1214.38}} = \frac{1.53}{34.847} = 0.0439, \text{ para } t_{0.025,14} = 2.145$$

Gráfica No. 1
Región crítica Peso Promedio



Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Resultado: Como el estadígrafo calculado cae en la región de aceptación no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que no existe diferencia significativa entre el peso promedio de peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc y la tina que se le permanecía suministrando agua, al nivel de significancia del 5%.

Verificaremos ahora si existe diferencia significativa entre las tallas promedio de los peses al final de la investigación.

Las hipótesis:

H_0 : La talla promedio de los peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

H_a : La talla promedio de los peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, no es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

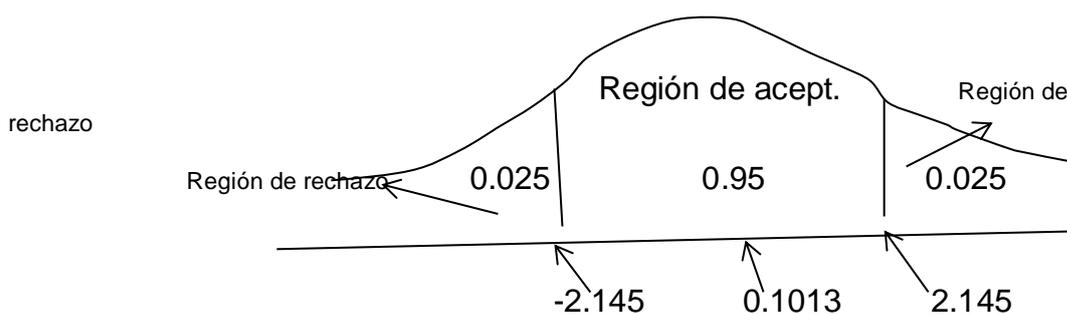
El estadígrafo
$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Cálculo del estadígrafo de prueba.

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{12.68 - 12.37 - 0}{\sqrt{\frac{37.26}{8} + \frac{37.83}{8}}}$$

$$Z = \frac{0.31}{\sqrt{\frac{75.09}{8}}} = \frac{0.31}{\sqrt{9.386}} = \frac{0.31}{3.06} = 0.1013, \text{ para } t_{0.025,14} = 2.145$$

Grafica No. 2
Región crítica Tallas Promedios



Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Resultado: Como el estadígrafo calculado cae en la región de aceptación no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que no existe diferencia significativa entre las tallas promedio de peces en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc y la tina que se le permanecía suministrando agua, al nivel de significancia del 5%.

Análisis de la Mortalidad:

La comprobación se realizará a través de una prueba de medias de la cantidad de peces fallecidos. Ver cuadro No. 10.

Cuadro No. 10
Mortalidad de tilapias con sistema Biofloc

<i>Mortalidad PC4</i>		<i>Mortalidad PC5</i>		<i>Mortalidad PC6</i>	
Media	1,06896552	Media	1,03448276	Media	0,96551724
Error típico	0,28909164	Error típico	0,32347695	Error típico	0,41665676
Mediana	1	Mediana	0	Mediana	0
Moda	1	Moda	0	Moda	0
Desviación estándar	1,55680613	Desviación estándar	1,74197668	Desviación estándar	2,24376531
Varianza de la muestra	2,42364532	Varianza de la muestra	3,03448276	Varianza de la muestra	5,03448276
Curtosis	7,9916944	Curtosis	3,32977534	Curtosis	5,58729529
Coefficiente de asimetría	2,68345532	Coefficiente de asimetría	2,03344157	Coefficiente de asimetría	2,61336367
Rango	7	Rango	6	Rango	8
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	7	Máximo	6	Máximo	8
Suma	31	Suma	30	Suma	28
Cuenta	29	Cuenta	29	Cuenta	29
Mayor (1)	7	Mayor (1)	6	Mayor (1)	8
Menor(1)	0	Menor(1)	0	Menor(1)	0
Nivel de confianza(95.0%)	0,59217738	Nivel de confianza(95.0%)	0,66261249	Nivel de confianza(95.0%)	0,85348268

Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Hipótesis:

H₀: No se mantendrán aceptables los parámetros físicos químicos del agua, utilizando la tecnología Biofloc, en el cultivo de tilapias rojas *Oreochromis spp.*

H_a: Se mantendrán aceptables los parámetros físicos químicos del agua, utilizando la tecnología Biofloc, en el cultivo de tilapias rojas *Oreochromis spp.*

Para comprobar estas hipótesis verificaremos en primera instancia si se mantienen las mismas cantidades promedio de peces sobrevivientes con la aplicación del producto, comparativo con la cantidad de peces que reciben agua constantemente, ¿además del peso y talla de las tilapias al final de determinado período de tiempo?

Para esta hipótesis tenemos una muestra de $n = 30$, revisiones realizadas durante el período de estudio.

La comprobación se realizará a través de una prueba de medias de la cantidad de peces fallecidos.

Los datos:

$$n_1 = 30 \quad n_2 = 30$$

$$\bar{X}_1 = 1.033, \quad \bar{X}_2 = 0.9333$$

$$S_1^2 = 2.4236 \quad S_2^2 = 3.0344$$

Las muestras son aleatorias e independientes y fueron extraídas de una población aproximadamente normal con varianza poblacional desconocida y diferentes.

Las hipótesis:

H_0 : El número de peces muertos en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

H_a : El número de peces muertos en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc, no es igual al de la tina que le suministraban agua de forma contante.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

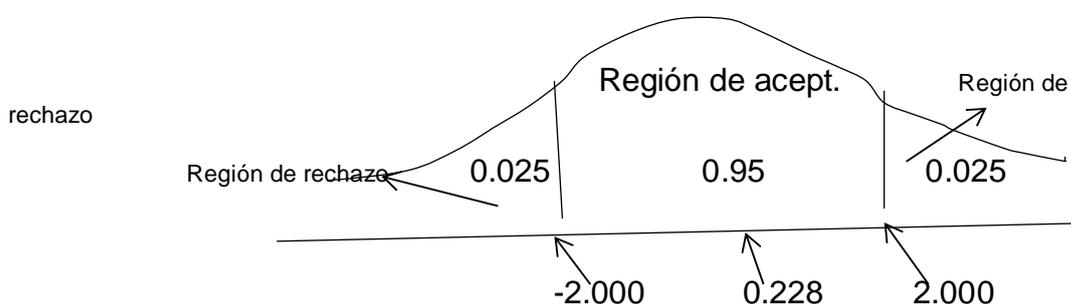
$$\text{El estadígrafo } Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Cálculo del estadígrafo de prueba.

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{1.033 - 0.933 - 0}{\sqrt{\frac{2.4236}{30} + \frac{3.0344}{30}}}$$

$$Z = \frac{0.100}{\sqrt{\frac{5.7676}{30}}} = \frac{0.100}{\sqrt{0.1923}} = 0.2281, \text{ para } t_{0.025, 58} = 2.000$$

Grafica No. 3
Región Crítica de Mortalidad



Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Resultado: Como el estadígrafo calculado cae en la región de aceptación no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que no existe diferencia significativa en el número de peces muertos en las tinas en las que se aplicaba la tecnología Biofloc y la tina que se le permanecía suministrando agua, al nivel de significancia del 5%.

Costos de Producción.

Los costos de producción para el cultivo de 500 tilapias en sistema Biofloc lo hemos estimado para un cultivo normal de 6 meses de producción, donde se presentan los costos en el cuadro No. 11 y la proyección de la producción y sus beneficios costos detallados a continuación.

Cuadro No. 11
Costo de producción para 500 tilapias en Biofloc.

Insumo	Cantidad	C.U.	C.T
Semillas Tilapias	500	0.03	15.00
Tina/ mes	6	10.00	60.00
Biofloc (cc)	2,160	0.013	28.08
Alimento 45 % (L)	20	0.94	18.80
Alimento 40 % (L)	25	0.80	20.00
Alimento 29 % (L)	30	0.65	19.50
Alimento 24 % (L)	50	0.50	25.00
Blower /Luz Elec. /M	6	3.00	18.00
Mano de Obra	6	30	180.00
Sub Total			384.38

Fuente: Gómez, A. (2020). Investigación UMECIT- ARAP- ABP.

Mortalidad (15%) = 75 tilapias

Producción:

425 tilapias a (454 Grs.) 1.0 libra peso final =425 libras totales

Precio de Venta: B/ 1.75

Venta Total = 425 (1.75) = 743.75

Ganancia Neta = 743.75 – 384,38 = B/ 359.37

Beneficio/Costo = 743.75/384.38 = B/ 1.93

- Discusión de los Resultados (cuantitativa) y/o Contrastación y Teorización (cualitativa):

Al analizar los resultados estadísticos en cuanto al desempeño de los Microorganismos Eficientes del Sistema Biofloc vs. el desarrollo del cultivo de tilapias, se ha comprobado que los mismos facilitan un entorno natural y logra mantener niveles aceptables a nivel de parámetros físicos y químicos del agua en las tinas evaluadas, situación que la podemos reconocer como SISTEMA ECOACUÍCOLA.

En cuanto al crecimiento, ganancia de peso y los porcentajes de mortalidad, evidenciados en el cultivo de tilapias rojas (*Oreochromis spp*); los resultados determinan que no hay diferencias significativas de los peces cultivados bajo el sistema de Biofloc con respecto al medio de cultivo tradicional con recambio de agua, en este sentido se demuestra la efectividad de los microorganismos eficientes en la producción acuícola.

Las aplicaciones del Biofloc en cultivos acuícolas específicamente en la producción de tilapias, se comprobó que es funcional 12 cc/M³ de agua, deben realizar constantes monitoreos de los parámetros químicos principalmente, considerando que los físicos se mantienen en nuestro medio sin variaciones significativas, por lo tanto, podemos recomendar que no es necesario aplicar diariamente los microorganismos eficientes, al mantener el amonía y los nitritos en 0.0 mg/L.

En este punto es importante señalar que el costo de producción en cultivo normal puede estimarse para 500 tilapias con sistema Biofloc como se explica en el cuadro No. 12.

Cuadro No. 12
Relación Costo Beneficio tilapias en sistema Biofloc.

Costo/Producción B/	Ganancia B/	Beneficio/Costo B/
384.38	743.75	1.93

Otra de las experiencias que nos deja este estudio es que los ME, generan en los procesos de descomposición de materiales orgánicos, otras especies planctónicas que son consumidas por los peces y representan menor consumo de alimento, tomando en cuenta que este costo representa más del 70 % de la inversión del cultivo, sin embargo, esto puede tomarse en cuenta como base para futuros estudios con otras especies acuícolas.

Conclusiones.

1. Los valores promedios de los rangos físico químicos registrados en las tinas durante el cultivo de las tilapias, evidencian la funcionabilidad del sistema Biofloc, en el espacio, mantenimiento del cultivo, aportes del proceso autótrofo de los ME, traducidos en alimento natural, mantenimiento del recurso hídrico sin utilización desmedida y finalmente producción de proteína, ambiente que podemos considerarlo como Ecoacuicultura.
2. No se registraron variaciones significativas de las variables de peso, talla y mortalidad, usando sistema Biofloc sin recambio de agua, con respecto a cultivo de peces con recambio de agua.
3. Evidente reducción de la suplementación en el periodo de estudio, con ganancias de peso constante diariamente, sin diferencias significativas de peso, de las tilapias con Biofloc y sin Biofloc.

Recomendaciones.

1. Es necesario para el mantenimiento de la floculación de los Microorganismos Eficientes, que los parámetros Nitrógeno Amoniacal, Nitritos y Nitratos, se mantengan en 0.0 mg /L.
2. Cuando se presenten tiempos lluviosos o nublados en periodos de días, se recomienda bajar la cantidad de alimento o suspenderlo si el rango de nitrito sobrepasa los 0.1 mg/L.

Referencias Bibliográficas.

1. Aguirre, Jorge, I. (2005). Guía Técnica de Acuicultura Rural, Manual para la instalación y manejo de proyectos acuícolas. MIDA, Panamá. Pp (1, 41-45).
2. Avnimelech, Y. (2015). Bioflocs Tehcnology- A Practical Guide Book, 3rd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. United States.
3. Rodríguez Gómez, H. Anzola Escobar, E. (2009). La Calidad Del Agua y La Productividad de un Estanque en Acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Pp. (54-55). (59).
4. Mollapaza, P. Teresa. (2017). "Evaluación De Las Vías De Transformación De Los Compuestos Nitrogenados En Dos Sistemas Cerrados De Cultivo De Paiche. *Arapaima gigas*". Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú. Pp. 9.
5. FAO (2020). Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura, La Sostenibilidad en Acción. Pp (26) (168).
6. Enunciado de exposición de japonés sobre los Microorganismos eficientes. (2010). Recuperado de: <https://www.tunuevainformacion.com/salud-integral/1069-el-dr-teruo-higa-y-el-milagro-de-los-microorganismos-eficientes-que-regeneran-nuestra-salud.html>
7. Landino-Orjuela, G. y Rodríguez-Pulido, J.A. (2009). Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces Rhodopseudomona palustris* (microorganismos eficientes em) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/38105532_Efecto_de_Lactobacillus_casei_Saccharomyces_Rhodopseudomona_palustris_microorganismos_eficientes_em_y_melaza_en_la_ganancia_de_peso_de_tilapias_Oreochromis_sp_en_condiciones_de_laboratorio.
8. FAO. (2019). Papel de la FAO en la acuicultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
9. Kubitza, F. (2016). Producción segura en estanques y sus fundamentos I. (Panorama da Acuicultura, 26 (154), (Adaptado

por la Dirección de Acuicultura, 2017). Recuperado de:
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/archivos//000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/170607_Producci%C3%B3n%20segura%20en%20estanques%20y%20sus%20fundamentos.pdf