

**Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales, y Probióticos en el cultivo de *Oreochromis sp* en sistema de cero recambios de agua.**

Liliana María Palma Ponce

Kevin Alberto Ordoñez Guillen

Ana Saraf Ordoñez Oyuela

Choluteca, Honduras.

Ingeniería en Ciencias Acuícolas y Recursos Marinos Costeros

Mayo, 2018

**Centro Universitario Regional del Litoral Pacifico**

**Carrera de Ingeniería en Ciencias Acuícolas y Recursos Marinos Costeros**

**Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales, y Probióticos en el cultivo de *Oreochromis sp* en sistema de cero recambios de agua.**

Proyecto especial como requisito parcial para optar al título de Ingenieros en Ciencias Acuícolas en el Grado Académico de Licenciatura.

Liliana María Palma Ponce

Kevin Alberto Ordoñez Guillen

Ana Saraf Ordoñez Oyuela

Choluteca, Honduras.

Mayo, 2018

Los autores conceden al Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico permiso para producir y distribuir copias de este trabajo con fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

LILIANA MARIA PALMA

---

KEVIN ALBERTO ORDOÑEZ

---

ANA SARAI ORDOÑEZ

Choluteca, Honduras.

Mayo, 2018

**Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales, y Probióticos en el cultivo de *Oreochromis sp* en sistema de cero recambios de agua.**

Presentado por

Liliana María Palma Ponce

Kevin Alberto Ordoñez Guillen

Ana Sará Ordoñez Oyuela

Aprobada:

Asesor Principal: Dra. Carina Marroquín

#### IV. RESUMEN

##### **Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales y Probióticos en el cultivo de *Oreochromis sp* en sistema de cero recambios de agua.**

El continuo desarrollo de la Acuicultura requiere de nuevas estrategias y alternativas, para alcanzar la sustentabilidad. La tecnología Biofloc ha venido ofreciendo una solución a problemas ambientales, aumentando el reciclaje de nutrientes de las descargas de los productos, de los desechos del cuerpo de agua y trata de reducir la alta dependencia de alimento balanceado, promoviendo abundante alimento natural en el cultivo. Se empleó una dieta con alimento balanceado con un porcentaje de proteína bruta de 45 % y Probióticos para mantener la calidad de agua y mejorar el sistema digestivo de los peces. El proyecto de investigación se realizó en el Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico, en los dos tratamiento se determinaron las siguientes variables: factores físicos (Temperatura Oxígeno, Turbidez), Pruebas químicas (Amonio, pH) Pruebas Microbiológicas, Factores de desempeño (Ganancia diaria de peso, Tasa específica de crecimiento, factor de conversión alimenticio), composición del biofloc (Calidad microbiológica, Medición de fitoplancton, Medición de zooplancton y Determinación de bacterias heterótrofas). Los resultados fueron favorables en los tanques con tratamiento biofloc, en el crecimiento de los peces y llegando a 50 días con cero recambios de agua. En los tanques control, la calidad del agua se vio afectada por lo que se tomó la decisión de realizar varios recambios de agua totales.

**Palabras Claves:** Biofloc, Probióticos, Biomasa, Sustratos Naturales, sustentable

## V. SUMMARY

### ***Application of the Biofloc technique, using Natural substrates, and Probiotics in the cultivation of Oreochromis sp in zero water exchange system.***

*The continuous development of Aquaculture requires new strategies and alternatives to achieve sustainability. Biofloc technology has been offering a solution to environmental problems, increasing the recycling of nutrients from the discharges of the products, waste from the body of water and tries to reduce the high dependence on balanced feed, promoting abundant natural food in the crop. A diet with balanced feed with a percentage of crude protein of 45% and Probiotics was used to maintain the quality of water and improve the digestive system of the fish. The research project was carried out at the Regional University Center of the Pacific Coast, in the two treatments the following variables were determined: physical factors (Oxygen Temperature, Turbidity), Chemical tests (Ammonium, pH) Microbiological Tests, Performance Factors (Daily weight gain, Specific growth rate, feed conversion factor), Biofloc composition (Microbiological quality, Phytoplankton measurement, Zooplankton measurement Determination of heterotrophic bacteria). The results were favorable in tanks with biofloc treatment, in the growth of the fish and reaching 50 days with zero water exchanges. In the control tanks, the water quality was affected, so the decision was made to make several total water replacements.*

***Key Words:*** Biofloc, Probiotics, Biomass, Natural Substrates, sustainable

## VI. AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por ser nuestro protector y guiar nuestro camino, a Él por darnos sabiduría y fuerzas para superar obstáculos, y por permitirnos culminar esta etapa en nuestras vidas.

Al Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico, en particular a la carrera de Ingeniería en Ciencias Acuícolas y Recurso Marino Costero por permitirnos adquirir conocimientos científicos y académicos.

A la Dra. Carina Marroquín, Ing. Carlos Aceituno, Ing. Marlon Alvarenga, Dr. José Núñez, por el apoyo brindado en este proceso de tesis, por su paciencia, sugerencias, para un mejor desempeño de la investigación.

A los demás docentes que formaron parte de nuestro desarrollo profesional, por sus consejos y experiencias compartidas.

A la empresa MEGASUPPLY, por brindarnos su apoyo en la donación de los probióticos utilizados en el proceso investigativo.

A nuestros padres, abuelos y demás familiares por apoyarnos en todo momento, amigos y todos aquellos que estuvieron presentes en nuestra etapa, y nos motivaron a seguir adelante en momentos difíciles.

A todos ustedes ¡Muchas Gracias!

## VII. DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por darme fuerzas en momentos difíciles y permitirme llegar a esta etapa en mi vida. A mis abuelos, por su apoyo incondicional, por estar conmigo en momentos buenos y malos. A mis padres, hermanos, demás familiares y amigos que me apoyaron a lo largo de todo este proceso en mi formación profesional. A mi pareja, porque es parte de mi vida y cada día me motiva a ser una mejor persona, por apoyarme y alentarme cuando todo parece difícil. Gracias a cada uno de ustedes.

Liliana Palma

Este logro se lo dedico a Dios, porque me permite llegar hasta aquí. A mi madre Martha Azucena Guillen quien siempre me ha apoyado en todo momento y enseñado a como ser una mejor persona, para desempeñarme de la mejor manera en la vida. A mis hermanas, demás familiares y amigos que me apoyaron en mi etapa estudiantil, y especialmente a mi pareja por formar un excelente equipo, y estar conmigo apoyándome siempre.

Kevin Guillen

Dedico todo mi aprendizaje y esfuerzo primeramente a Dios ya que Él es nuestro pilar fundamental para poder ir en el camino correcto. A mis padres, hermanas, abuelo, novio, a ustedes por ser mi mayor motivo para seguir adelante y nunca darme por vencido. Gracias por guiarme, aconsejarme, por su apoyo en los momentos que más los necesite.

Ana Ordoñez

# Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1.	Importancia de Alimento Natural en Acuicultura.....	3
2.1.1.	Fitoplancton como alimento Natural en Acuicultura:.....	3
2.1.2.	Zooplancton como alimento Natural en Acuicultura:.....	4
2.2.	Sistema Biofloc.....	4
2.2.1.	El uso de biofloc en Acuicultura.....	6
2.2.2.	Aspectos nutricionales del Biofloc.....	7
2.2.3.	Microorganismos planctónicos del Biofloc.....	7
2.2.4.	Parámetros que influyen en la producción de biofloc:.....	8
2.3.	Uso de Melaza en la técnica de Biofloc.....	9
2.4.	Probióticos.....	10
2.4.1.	Epicin-3W.....	10
2.4.2.	Epicin- PST.....	11
2.4.3.	MEGACIDG.....	12
2.5.	<i>Oreochromis sp.</i> .....	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1.	Delimitación del estudio.....	14
3.1.1.	Delimitación en espacio y tiempo.....	14
3.2.	Diseño Experimental.....	15
3.3.	Metodología de campo.....	15
3.3.1.	Maduración del Agua de los estanques con tratamientos.....	15
3.3.2.	Biometría.....	15
3.3.3.	Alimentación.....	16
3.3.4.	Factores físico químicos.....	18
3.3.4.1.	<i>Temperatura</i> .....	18
3.4.	Metodología de laboratorio.....	18
3.4.1.	Composición del biofloc.....	18
3.5.	Factores de desempeño.....	19
3.5.1.	Ganancia diaria de peso.....	19
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1	Variables de Desempeño.....	19
4.1.1.	Ganancia de Peso.....	19

4.1.2 Ganancia de Peso diario y FCR .....	20
4.1.3 Alimento Total Suministrado.....	20
4.2 Calidad de Agua.....	21
4.2.1 Parámetros Físicos .....	21
4.2.2 Parámetros Químicos.....	22
4.3. Composición de Biofloc.....	23
4.3.1 Solidos Suspendedos.....	23
4.3.2. Conteo de Microalgas .....	24
4.3.3. Conteo de Zooplancton.....	25
5 CONCLUSIONES .....	26
6 RECOMENDACIONES .....	27
7 BIBLIOGRAFÍA.....	27
8 ANEXOS .....	31

### **Lista de contenido de Tablas**

<b>Tabla 1: Composición química de la melaza .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 2: Utilización de campo .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 3: Alimentación para Tilapia .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 4: Alimentación Tratamiento R-1.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 5: Alimentación Tratamiento R-2.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 6: Alimentación Tratamiento R-3.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 7: Alimentación Control C-1 .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 8: Alimentación Control C-2 .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 9: Alimentación Control C-3 .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 10: Conteo de microalgas .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 11: Microalgas Identificadas .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 12: Conteo de Zooplancton .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 13: Zooplancton identificado .....</b>	<b>25</b>

## **Lista de contenido de Graficas**

<b>Grafica 1: Ganancia de peso total</b> .....	19
<b>Grafica 2: Ganancia de peso diario y FCR</b> .....	20
<b>Grafica 3: Alimento Suministrado</b> .....	20
<b>Grafica 4: Temperatura promedio</b> .....	21
<b>Grafica 5: Oxigeno Promedio</b> .....	22
<b>Grafica 6: Turbidez promedio</b> .....	22
<b>Grafica 7: Amonio Libre</b> .....	23
<b>Grafica 8: pH promedio</b> .....	23
<b>Grafica 9: Solidos Suspendidos</b> .....	24

## **Lista de contenidos de Anexos**

<b>Anexo 1: Tanque con tratamiento Biofloc</b> .....	31
<b>Anexo 2: Tanque antes de aplicar melaza y Probióticos</b> .....	31
<b>Anexo 3: Probióticos aplicados (Epicin PST, 3W, MEGACIDG)</b> .....	31
<b>Anexo 4: Alimento comercial, probiotico, melaza (Alimentación para tanques con tratamiento Biofloc)</b> .....	31
<b>Anexo 5: Kit de reactivos químicos (pH, Amonio, nitratos)</b> .....	31
<b>Anexo 6: Alimentación de los peces</b> .....	31
<b>Anexo 7: Cono Imhoff para determinar solidos suspendidos</b> .....	32
<b>Anexo 8: Muestras de Agua para análisis</b> .....	32
<b>Anexo 9: Oreochromis sp (Tilapia Roja)</b> .....	32
<b>Anexo 10: Observación de rotíferos y microalgas en el microscopios</b> .....	32
<b>Anexo 11: Observación de microalgas y nematodos en el microscopio</b> .....	32
<b>Anexo 12: Análisis de varianza (Temperatura en tres horarios diferentes)</b> .....	32
<b>Anexo 13: análisis de varianza (Ganancia de peso diaria y FCR)</b> .....	34
<b>Anexo 14: análisis de varianza (Ganancia de peso total)</b> .....	35
<b>Anexo 15: Analisis de varianza (Oxigeno)</b> .....	35
<b>Anexo 16: Analisis de varianza (Amonio Libre)</b> .....	36
<b>Anexo 17: Analisis de varianza (Turbidez)</b> .....	36
<b>Anexo 18: Analisis de varianza (pH)</b> .....	37
<b>Anexo 19: Analisis de varianza (Alimento suministrado)</b> .....	37

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura o también llamada acuicultura se define como la intervención humana de forma técnica en el proceso de cría de organismos acuáticos bastante diversa, existe aproximadamente 567 especies con importancia acuícola tanto vegetales como animales (FAO, 2018)

La acuicultura es el rubro alimenticio con mayor crecimiento a nivel mundial. Este rápido incremento es debido a las tendencias nutricionales en los últimos años que se adaptan a las propiedades nutricionales de la carne de pescado baja en grasas, abundantes en proteína de alta calidad, rica en fósforo, calcio y vitaminas. Otros factores fundamentales del incremento de la actividad acuícola son la creación de nuevas políticas pesqueras y el incremento de la población. En el sector acuícola la tilapia es el sexto producto con mayor importancia económica a nivel mundial siendo China el mayor productor. En Centro América es considerado el más importante, en Honduras generó un ingreso por exportación de más de 64 millones de dólares en el 2015. (Martinez & Chavez, 2017)

La acuicultura de agua dulce se inicia en Honduras de manera informal en 1936, cuando se introducen de la República de Guatemala las primeras especies de cultivo. Pero fue hasta 1954 que a través de la iniciativa de la FAO y autoridades gubernamentales de Honduras, se establece el primer proyecto de desarrollo de la acuicultura con el objetivo de: "Mejorar el nivel nutricional de la población rural mediante la producción de proteína animal de excelente calidad". (FAO)

Desde 2010 Honduras se posiciono como el líder mundial en exportación de tilapia a Estados Unidos, alcanzando así la cifra record de 16.5 millones de dólares, aun enfrentando las complicaciones generadas de la crisis económica y la lenta recuperación de este mercado. Esta cifra hoy en día ha logrado duplicarse, beneficiando no solo al país, sino a la economía directa de centenares de familias hondureñas. La tilapia se ha convertido en uno de los 10 productos de mayor importancia para la economía del país, debido a su destacada presencia en la balanza comercial y en el mercado internacional. (Vasquez, 2014).

La Acuicultura como actividad económica del hombre necesita de nuevas técnicas avanzadas que reduzcan gastos de producción, puesto que la alimentación es una de las limitantes y uno de los costos fijos más difíciles de comprar en el rubro de la acuicultura porque representa el 70% de los costos totales de la producción de dichos cultivos acuícolas. La necesidad del recurso del agua en la industria acuícola es indispensable para la producción y para ello los avances de nuevas técnicas (Biofloc) nos permiten reducir grandes cantidades de agua, siendo sostenible con el medio ambiente. (perez, 2014).

Si el biofloc es utilizado como alimento en la acuicultura puede conllevar varios beneficios en los sistemas de producción ya que es un alimento que se encuentra disponible las 24 horas del día, lo que podría reducir sustancialmente los gastos por alimentación, La calidad de agua mejora debido a la constante producción de biomasa

bacteriana, la cual transforma el nitrógeno del sistema, manteniendo bajos los niveles de nitrógeno potencialmente dañino en el agua. (Kuehne, 2018)

El sistema de biofloc (BFT, por sus siglas en inglés) comenzó a ser utilizado en acuicultura en la década de 1980 en la polinesia francesa. Posteriormente, en Israel se realizaron experimentos de inducción de la formación de cadena microbiana heterotrófica a través de cambios en la relación C: N en el agua de cultivo. Durante este mismo periodo, en Estados Unidos se desarrollaron tecnologías ambientalmente amigables con el objeto de disminuir la emisión de efluentes. (Wasielesky, Krummenauer, Lara, Foes, & Poersch, 2013)

El uso de sistemas extensivos, semi-intensivos, e intensivos en la acuicultura incrementa la acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos como el amoníaco. El uso del biofloc hace referencia a una comunidad microbiana aerobia asociada a la alta materia orgánica, la cual se desarrolla gracias a la aireación y suspensión constante de los sólidos presentes en el cuerpo de agua, se presenta como una alternativa para mitigar los impactos ambientales negativos generados por las descargas de agua provenientes de la acuicultura. (Luis Alfredo Benavides Mora, 2012).

Las razones sustentables en la aplicación de la técnica de Biofloc, aumenta la producción acuícola y funciona de manera óptima manteniendo los parámetros ambientales estables. La tecnología Biofloc ha venido ofreciendo una solución a problemas ambientales, aumentando el reciclaje de nutrientes de las descargas de los productos de los desechos de los cuerpos de agua y reduce la eutrofización y trata de evitar la alta dependencia de alimentos balanceados al utilizar esta técnica avanzada (Pérez, 2014).

Los sistemas biofloc fueron desarrollados para mejorar el control ambiental sobre la producción en sistemas acuícolas intensivos; no obstante, estos sistemas también ayudan a prevenir la introducción de enfermedades a la granja acuícola. Remueven los desechos metabólicos de los sistemas de producción acuática, reduciendo de esta forma el recambio de agua y los costos asociados con esta práctica. Además, la tecnología biofloc permiten que la acuicultura crezca de una forma ambientalmente amigable, y el consumo de los microorganismos del biofloc reducen los costos de las dietas. El biofloc puede proveer nutrición para los organismos en cultivo resultando en una mejora en el crecimiento. (Monja & Mejía)

- El objetivo de evaluar la dinámica del Biofloc, a partir de análisis físico-químicos de la calidad del agua y el desempeño productivo de crecimiento de tilapia (*Oreochromis sp.*) Con cero recambio de agua.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La acuicultura se refiere al cultivo de organismos acuáticos, animales y vegetales, que cumplen su ciclo de vida total o parcialmente en el agua a través de diferentes sistemas y técnicas. Dichos cultivos son generalmente destinados al consumo humano, esparcimiento, conservación y repoblamiento de ambientes naturales, en este último caso, para especies nativas. El cultivo de peces es una alternativa que los productores han incorporado a sus sistemas productivos, con el objeto de diversificar su producción. El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también, a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella. (Covarrubias & Arce, 2011)

## **2.1. Importancia de Alimento Natural en Acuicultura.**

El plancton constituye un renglón básico en el desarrollo de la acuicultura, es un grupo muy importante y de gran definición en cuanto a las características y fertilidad del ambiente acuático. La presencia de estos organismos en el agua determina la calidad de la misma y establece una relación directa para el buen desarrollo de las especies en cultivo. El alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de peces, crustáceos y moluscos convirtiéndose así en factor importante para el desarrollo de la actividad acuícola. (Guevara)

Los alimentos vivos en Acuicultura, son de gran importancia para gran número de organismos, Entre las razones para la administración de alimentos vivos se destaca el hecho de que posibilitan mayor variación de la dieta; estimulan el apetito contribuyendo a que mejore su estado físico, crecimiento y producción en cultivo. Los alimentos vivos mejoran la nutrición y alimentación proporcionando mayor variedad y mejor calidad de los alimentos, tornándose más nutritiva y equilibrada. (Guevara)

Se ha enfatizado que la presencia de fitoplancton y zooplancton dentro de estanques de cultivo es benéfica y hasta fundamental para los organismos recién sembrados, debido a que aportan nutrientes esenciales como aminoácidos, ácidos grasos insaturados y otros elementos nutricionales que no se encuentran o son escasos en el alimento artificial. (Córdova, y otros, 2010)

### **2.1.1. Fitoplancton como alimento Natural en Acuicultura:**

El fitoplancton son organismos acuáticos de origen vegetal, que habitan en los mares, lagos y ríos. Son especies autótrofos (fabrican su propio alimento). El fitoplancton se caracteriza por ser un organismo extremadamente pequeño, y aunque existen diferentes variedades, anatómicamente son muy sencillos. (2016)

El fitoplancton son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental dado que son los productores primarios más importantes. El fitoplancton presenta una gran biodiversidad, encontrándose diversas especies en

función de las condiciones naturales del lugar y de la presencia o ausencia de nutrientes, episodios de eutrofización, etc. Las especies que podemos encontrar pertenecen a estos grupos: Diatomeas, Cianófitos o algas verde azuladas, Algas pardas. (Ciencia y biología)

### **2.1.1.1. Uso de microalgas como alimento vivo**

Las microalgas son organismos muy pequeños, miden de dos a veinte micras, la mayoría no tiene movimiento y se encuentran presentes en todos los sistemas acuáticos. . Al ser parte inicial de la red trófica de muchos organismos, son fuente de proteínas de alta calidad, pigmentos y lípidos con un gran contenido de ácidos grasos poliinsaturados (los ahora famosos ARA, EPA y DHA, tan mencionados como parte de una dieta saludable y que son conocidos como los aceites saludables) los cuales sirven como productos de almacenamiento y fuente de energía. (Sánchez-Estudillo).

### **2.1.2. Zooplancton como alimento Natural en Acuicultura:**

El zooplancton como alimento natural es comúnmente utilizado en las primeras etapas de desarrollo larvario y la maternización, algunas veces durante la pre-engorda y muy raramente en los primeros días de la engorda. (Mejía, Mejía, & Trinidad, 2014)

El zooplancton lo conforman grupos de animales microscópicos y no autótrofos, tanto adultos como en su correspondiente fases de desarrollo. Pueden tener hábitos carnívoros, herbívoros e incluso omnívoros. Entre los organismos más representativos del zooplancton se encuentran los cnidarios, copépodos, quetognatos, rotíferos, foraminíferos, radiolarios, eufáusidos y cladóceros. Las larvas de los peces son investigadas bajo el término de ictioplancton. (Marulanda, 2017)

#### **2.1.2.1. Zooplancton Endógeno:**

El zooplancton que se desarrolla espontáneamente o de manera inducida en los estanques de cultivo de camarones y peces, juega un importante rol en su alimentación y nutrición. El zooplancton en estanques acuícolas puede ser promovido de diversas maneras; una de las más usuales es la fertilización inorgánica u orgánica para promover en primera instancia a los productores primarios autótrofos (especialmente microalgas) u heterótrofos (principalmente bacterias), y en base a ello la productividad de otros organismos superiores en la cadena trófica como es el caso del zooplancton. (Córdova, y otros, 2010)

#### **2.1.2.2. Zooplancton Exógeno**

Al alimento natural que se produce (o se captura) fuera de las unidades de cultivo y se incorpora a ellas como fuente de alimentación de los organismos cultivados, se le conoce como alimento natural exógeno. Sin embargo, lo que mayormente se utiliza como alimento natural exógeno es el zooplancton cultivado. (Córdova, y otros, 2010)

## **2.2. Sistema Biofloc**

En años recientes, existe una tendencia creciente a la intensificación de la producción acuícola y al uso de la tecnología de biofloc (BFT) en suspensión como forma más efectiva de bioremediación de los desechos nitrogenados, producto de la alimentación intensiva en las unidades de cultivo. El biofloc es una tecnología innovadora que contribuye a resolver los problemas que genera la acuicultura además de influir en la obtención de productos de alta calidad, seguros, atractivos y socialmente aceptables. La tecnología del biofloc facilita el cultivo intensivo, en tanto que reduce los costos de inversión y mantenimiento e incorpora el potencial del reciclaje de los desechos y el alimento no consumido. (García, 2016)

En los sistemas de producción tradicionales, existe una acumulación de materia orgánica y por consiguiente un deterioro de la calidad del agua, que fomentan el crecimiento de muchos patógenos. La tecnología biofloc (BFT) surgió para minimizar las pérdidas ocasionadas por estos problemas. El BFT consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta y continua oxigenación, aquí la microbiota crece a partir de las excretas de los organismos cultivados, transformándolas en productos orgánicos de menor complejidad que pueden ser consumidos por otros organismos y reintegrados a la cadena alimenticia. Otros hallazgos del BFT son el menor uso de proteína en la dieta y crecimiento de una comunidad microbiana predominantemente heterotrófica. Estas bacterias metabolizan los carbohidratos que posteriormente transforman el nitrógeno inorgánico y consecuentemente mejoran la calidad del agua. (silva, 2018)

Avnimelech, definió los biofloc, como el conglomerado de microorganismos que consisten principalmente en bacterias, zooplankton, protozoos y micro algas, que se agregan a la materia orgánica del sistema. El sistema BFT combina la remoción de los nutrientes del agua con la producción de biomasa microbiana, que puede ser usada in situ como alimento de los peces objeto de cultivo se podría decir que, el sistema biofloc convierte el exceso de nutrientes en los sistemas acuícolas en biomasa microbiana que, a su vez, es consumida por los animales en cultivo. (Cordero, 2016)

Las consideraciones importantes para el diseño y operación de un sistema de crecimiento en suspensión activa, como también es conocida la BFT, incluyen el efecto de la temperatura, la aireación, el mezclado, la cantidad y calidad de la materia orgánica agregada, y los niveles de tolerancia de los peces al cultivo en altas densidades. La BFT es una nueva perspectiva de producción en acuicultura súper-intensiva, que se desarrolla de manera dinámica en la actualidad, con la capacidad de enfrentar retos propios de esta actividad, como por ejemplo, el aumento de la biomasa en menos volumen de agua y al menor costo ambiental. El BFT actúa como una trampa para la retención de nutrientes en los estanques, lo que disminuye costos de mantenimiento ya que sirve como complemento alimenticio de los organismos comerciales en cultivo, mejorando las tasas de aprovechamiento de los alimentos. (Cordero, 2016)

Los biofloc son una comunidad microbiana, que al ser alimentadas con fuentes ricas en carbono, como los carbohidratos (azúcar, almidón, melaza, harina de yuca, glicerol, etc.), se ve forzada a tomar el nitrógeno del agua para generar la proteína necesaria para su crecimiento y multiplicación celular, convirtiéndose posteriormente en alimento para los

peces, de tal manera que al alimentar esta comunidad microbiana con fuentes de carbohidratos (las cuales son más económicas que los alimentos comerciales), y al convertirse en alimento se reducirá el consumo de alimento comercial, por ende se tendrá una reducción en los costos operacionales. (Lopez, Olvera, Moreno, Araiza, & Villagrana)

### **2.2.1. El uso de biofloc en Acuicultura**

Hace más de 30 años, Steve Serling descubrió el potencial de la tecnología biofloc en la cría de tilapia y desde entonces se han llevado a cabo múltiples estudios al respecto. Tanto en ambientes naturales como en sistemas acuícolas, los microorganismos desempeñan un papel fundamental como productores y consumidores de oxígeno disuelto, reciclando nutrientes y produciendo alimento para organismos mayores. (Cordero, 2016)

El continuo desarrollo de la acuicultura mundial requiere de nuevas estrategias y alternativa para alcanzar la sustentabilidad. El incremento de la demanda por alimentos de origen acuático ha llevado a la intensificación de las densidades de cultivos acuícolas, lo que tiene serias implicancias ambientales por los efluentes que se genera. En este sentido, existe la necesidad por el desarrollo de sistemas de cultivo acuícolas sustentables. La tecnología biofloc ha surgido como una alternativa para reducir los impactos negativos de los efluentes de la actividad acuícola. Esta tecnología viene siendo empleada principalmente en el cultivo de camarón marino y tilapia, debido a que tiene como ventajas: la mejora de la calidad del agua, reducción del recambio de agua, protección ante enfermedades y proveer alimentación suplementaria a los organismos en cultivo. (Monja & Mejia).

El cultivo de peces en sistemas de bioflocs es una derivación de los sistemas de recirculación de agua, en los que no se utilizan ni filtros mecánicos, ni biológicos convencionales y tampoco recirculación. Los residuos orgánicos generados en la producción (heces, mucus de los peces y sobras de las raciones) son desintegrados y mantenidos en suspensión dentro de los propios tanques, sirviendo como sustrato para el desarrollo de las bacterias heterotróficas. Estas bacterias se encargan de la depuración de la calidad del agua, utilizando compuestos nitrogenados potencialmente tóxicos para los peces (como amoníaco, nitrito o nitrato) para la síntesis de proteínas y de la biomasa microbiana, que enriquecen los bioflocs. (18ab1)

Para que esto ocurra en forma eficiente, es necesario mantener adecuados niveles de oxígeno, pH y alcalinidad en los tanques de cultivo. Otro punto importante es asegurar una relación C: N próxima a 20:1 en los residuos orgánicos presentes en el agua, lo que se realiza a través de la adición de una fuente de carbono y/o de la alimentación de los peces con ración de bajo contenido de proteína. (18ab1)

Los sistemas biofloc fueron desarrollados para mejorar el control ambiental sobre la producción en sistemas acuícolas intensivos; no obstante, estos sistemas también ayudan a prevenir la introducción de enfermedades a la granja acuícola. Los sistemas biofloc remueven los desechos metabólicos de los sistemas de producción acuática, reduciendo de esta forma el recambio de agua y los costos asociados con esta práctica. Además, la

tecnología biofloc permiten que la acuicultura crezca de una forma ambientalmente amigable, y el consumo de los microorganismos del biofloc reducen los costos de las dietas. (Monja & Mejía)

La tecnología biofloc se puede emplear en estanques acuícolas como en sistemas de cultivo cerrados. La utilización del biofloc en los estanques permite que se puedan aumentar las poblaciones de los organismos del cultivo, y por lo tanto se intensifican las cosechas sin tener necesidad de ocupar mayor cantidad de espacios que puedan ser destinados a otra actividades. Asimismo, en los sistemas de recirculación de acuicultura los biofloc reemplazan a los biofiltros. (Monja & Mejía)

### **2.2.2. Aspectos nutricionales del Biofloc**

El sistema BFT, a pesar de poseer desventajas como alto costo en energía eléctrica, instalación y costos operacionales, ha demostrado que las especies en cultivo, en especial camarones, presentan mayores tasas de crecimiento debido a la ingesta de floc microbiano suspendido, esto permite que haya mejor aprovechamiento del alimento suplementario, y así, poder utilizar raciones con menor contenido proteico. Las investigaciones demuestran que los floc formados en el sistema contienen un favorable perfil de aminoácidos, vitaminas y minerales trazas en niveles que se incrementan en las dietas. (Cordero, 2016)

Los bioflocs contribuyen significativamente como fuente de alimento natural in situ, e incluye a comunidades microbianas heterotróficas del género *Sphingomonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nitrospira*, *Nitrobacter* y levadura *Rhodotorula* sp. Las microalgas y bacterias heterotróficas son una fuente rica de promotores de la inmunidad, promotores del crecimiento, compuestos bioactivos y estimulantes, que pueden mejorar el rendimiento de los organismos en cultivo. (Monja & Mejía)

### **2.2.3. Microorganismos planctónicos del Biofloc**

Los microorganismos desempeñan un papel fundamental como productores y consumidores de oxígeno disuelto, reciclando nutrientes y produciendo alimento para organismos mayores; tanto en ambientes naturales como en sistemas acuícolas. Los microorganismos pueden ser definidos como todos aquellos organismos unicelulares, tanto los procariontes autotróficos y heterotróficos (cianobacterias y bacterias), tal como los eucariontes autotróficos y heterotróficos (microalgas y protozoarios); De manera general, son considerados también como microorganismos todos aquellos que no pueden ser observados a simple vista, entre ellos se encuentran algunos pequeños metazoarios como rotíferos, nematodos. (Cordero, 2016).

En sistemas de cultivos acuícolas, los microorganismos referidos anteriormente pueden tener efectos positivos y negativos. De manera positiva se destaca la eliminación de compuestos nitrogenados tóxicos como nitrógeno amoniacal, mejoramiento de la calidad del agua, degradación de restos de alimento no consumido, contribución nutricional y la remoción de nitrógeno de estanques acuícolas por organismos heterotróficos. Entre los

efectos negativos podrían mencionarse las enfermedades causadas por bacterias y virus, la producción de nitrógeno amoniacal y el consumo excesivo de oxígeno. La importancia de estos microorganismos como una vía alternativa de la cadena alimentaria. Las bacterias heterotróficas son capaces de utilizar la materia orgánica disuelta (MOD) que es liberada durante la fotosíntesis (10-60%), transformándola en material orgánico particulado (MOP) que es aprovechado por organismos pertenecientes al zooplancton, haciendo disponible el carbono y nitrógeno de origen microbiano para los niveles tróficos superiores. (Cordero, 2016).

Dentro de los microorganismos planctónicos de importancia en los sistemas de depuración de aguas residuales, y teniendo en cuenta la similaridad que existe en el desarrollo de estos sistemas, se encuentran los protistas como organismos esenciales para el funcionamiento de un sistema de tratamiento de agua, al estar implicados en procesos de depredación sobre las poblaciones bacterianas; contribuyendo por un lado al mantenimiento de fases de crecimiento activo y, por otro lado, eliminando bacterias, incluidas aquellas patógenas presentes en el agua residual. Además, los protistas contribuyen a la formación de bioagregados y flóculos. Son precisamente estas características biológicas, y su relación con parámetros físico-químicos, las que han permitido señalar a diversos autores la importancia de estos organismos como bioindicadores de calidad de agua en estos sistemas. (Cordero, 2016).

#### **2.2.4. Parámetros que influyen en la producción de biofloc:**

##### **2.2.4.1. Oxígeno disuelto:**

Un cambio en la intensidad de la mezcla generada por dispositivos de aireación alternativa o entrada de energía, influirá directamente en la concentración de oxígeno disuelto en el agua. El nivel de OD no solo es esencial para la actividad metabólica de las células dentro de flóculos aeróbicos, también se cree que influye en la estructura del floculo, además los flóculos se incrementan en concentraciones más altas de OD. (Mora & Moreno, 2012)

##### **2.2.4.2. Fuente de carbono orgánico:**

La dosificación de una fuente de carbono orgánico en el agua de cultivo en sistemas de biofloc en estanques, induce a una disminución de los niveles de oxígeno disuelto debido al metabolismo microbiano aeróbico. Esto puede decir a sub-efectos letales sobre especies sensibles de cultivo, en tales casos, se puede utilizar para hacer crecer la biomasa heterótrofa en exteriores, en otros casos se usa reactores en los sistemas de cultivo. (Mora & Moreno, 2012)

##### **2.2.4.3. Tasa de carga orgánica:**

La fuente de carbono orgánico es dosificada en el agua, es un factor importante durante el proceso técnico. En el que las bacterias filamentosas las primeras por su mayor superficie en volumen y nivel. Por otra parte, las filamentosas pueden penetrar fuera de los flóculos y por lo tanto están expuestos a mayores concentraciones de sustratos que las

bacterias no filamentosas que crecen principalmente en los flóculos. (Mora & Moreno, 2012)

#### **2.2.4.4. Temperatura:**

La defloculación de los flóculos se produce a bajas temperaturas 4°C en comparación con las temperaturas más altas 18-20°C probablemente debido a una disminución de la actividad microbiana en los flóculos. La temperatura está estrechamente relacionada con la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, por lo tanto para obtener flóculos de manera estable se recomienda una temperatura de 20-25°C. (Mora & Moreno, 2012)

#### **2.2.4.5. pH:**

Los cambios en el pH determinan la estabilidad de los biofloc en los estanques, debido a los rangos de pH que toleran algunos microorganismos que pueden variar de 2 a 11, aunque los posibles cambios en el pH limitan la gama óptima de los microorganismos y pueden producir mortalidad. (Mora & Moreno, 2012)

#### **2.2.4.6. Composición nutritiva y efectos protectores de los flóculos para la acuicultura:**

La tecnología biofloc (BFT) ofrece la posibilidad de utilizar cero recambios de aguas en procesos de recirculación en sistemas acuícolas. Sin embargo, el valor añadido de los biofloc está determinado principalmente por su potencial para ser utilizados como alimento adicional para peces. En la actualidad, la mayor parte de compuestos esenciales incluidos en los alimentos de peces se han logrado con la inclusión de harinas y aceites, debido a su óptima calidad nutricional, se tiene como práctica común que por cada 1 a 5 kg de pescado capturado en el mar se produce un kg de peces de cultivo. (Mora & Moreno, 2012)

### **2.3. Uso de Melaza en la técnica de Biofloc**

La melaza es conocida como un producto líquido el cual se obtiene de la caña de azúcar. También se le conoce como miel de caña. Posee una apariencia relativamente parecida a la miel, pero su color es un poco más oscuro, casi negro. La melaza tiene un sabor dulce, parecido al regaliz pero con un toque amargo. A su vez, tiene un alto contenido nutricional de hidratos de carbono, así como vitaminas del grupo B, minerales, y un bajo contenido de agua. Los azúcares que constituyen la melaza: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azúcares reductoras. Los azúcares que constituyen la melaza: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azúcares reductoras. (Melaza en estanques, s.f.)

En acuicultura se utiliza como una fuente de hidratos de carbono, ayudando al incremento de la relación C: N y al desarrollo de bacterias heterótrofas. De esta forma la melaza utilizada en el arranque y preparación de las piscinas junto a otros nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, ayuda a mejorar las condiciones de la cadena trófica en un estanque. (Melaza en estanques, s.f.)

En relación a la fertilización orgánica, que es con la que se puede estimular el crecimiento de las bacterias heterótrofas en la técnica de biofloc en los sistemas acuícolas, los estudios reportados con el uso de melaza indican que esta influye sobre la calidad del agua reduciendo las concentraciones de amonio generándose una mejor condición para los organismos en cultivo. La melaza mantiene estabilidad en el estanque aportando bacterias

no patógenas, restando el espacio a bacterias patógenas, ya que la idea es que los organismos no patógenos tienen preferencia por los azúcares como fuente de carbohidratos y por competencia excluirían a los patógenos. (Melaza en estanques, s.f.)

**Tabla 1: Composición química de la melaza**

Elemento	(%)	Elemento	(%)	Elemento	(ppm)
Materia Seca	78.00	Magnesio	0.35	Colina	600
Proteínas	3.00	Fósforo	0.08	Niacina	48.86
Sacarosa	60-63	Potasio	3.68	Pantotéico	42.90
Azúcares reductores	3-5	Glisina	0.10	Piridoxina	44.00
Otros azúcares	16.00	Leucina	0.01	Piόflavina	4.40
Agua	16.00	Lisina	0.01	Tiamina	0.88
Grasas	0.40	Treonina	0.06		
Cenizas	9.00	Valina	0.02		
Calcio	0.74				

## 2.4. Probióticos

### 2.4.1. Epicin-3W

EPICIN-3W es un ecosistema microbiano natural con agentes estabilizantes agregados y fomentadores del crecimiento, destinado a desintoxicar las piscinas de engorde en acuicultura. Elimina los productos de desechos que contaminan el agua, como el amoníaco, los nitritos y sulfuro de hidrogeno, bajando de esta manera el estrés y proporcionando un ambiente más saludable para el crecimiento del animal acuático. También mejora la salud del animal y su resistencia a enfermedades al crear un ambiente pro biótico. (MEGASUPPLY, 2018)

#### 2.4.1.1. Beneficios para la acuicultura

- Reduce eficaz y rápidamente del agua de la piscina las concentraciones peligrosas de amoníaco, nitritos y sulfuros
- Establece un cultivo natural de bacterias benéficas en las piscinas que inhibe el crecimiento de bacterias patógenas como las especies de *Vibrio* sp.

- Aumenta la supervivencia del animal y rendimientos.
- Permite densidades de siembra más altas
- Promueve el incremento del peso del animal
- Reduce las necesidades de recambio de agua proporcionando una ambiente más bio-seguro.
- Aporta suelos de piscinas más limpios reduciendo costos de renovación de piscinas y tiempo de inactividad
- Mineraliza la materia orgánica para producir nutrientes para algas de piscina que alimentan al camarón.
- La mineralización reduce la necesidad de fertilización tradicional inorgánica.
- Formulado para engorde en piscinas para proporcionar económicamente el máximo de células microbianas benéficas. (MEGASUPPLY, 2018)

#### **2.4.1.2. Modo de acción**

El tratamiento de piscinas de engorde con productos especialmente formulados basado cuidadosamente en la selección de bacterias específicas, proporciona una forma natural de eliminar la contaminación y crear un ambiente de microorganismos benéficos que inhibe el desarrollo de organismos peligrosos. Las bacterias tienen una poderosa capacidad de utilizar los contaminantes como el amoníaco y nitritos para su crecimiento y reproducción natural al igual que carbono orgánico. Además, un cultivo de bacterias naturales benéficas proporciona un ambiente "pro biótico" que suprime el crecimiento de organismos dañinos. A través de estos dos mecanismos, una especie acuática puede ser cultivada con mayor vitalidad y resistencia a las enfermedades. (MEGASUPPLY, 2018)

#### **2.4.2. Epicin- PST**

Tratamiento de suelo de piscinas es un sistema biológico y bioquímico especialmente formulado y diseñado para acelerar la descomposición biológica de suelos de piscinas de acuicultura altamente eutrofizadas (alta carga de materia orgánica). Es un ecosistema microbiano natural para inocular los desechos de fondos de piscinas e iniciar el proceso de bioremediación. También está fortificado con aceleradores únicos para acrecentar la acción microbiana. (MEGASUPPLY, 2018)

##### **2.4.2.1. Beneficios en acuicultura**

- Evita el uso de maquinaria costosa para la eliminación física de la materia orgánica de las piscinas.
- Permite la resiembra de piscinas el día después de la cosecha reduciendo costos de días vacíos.
- Elimina tratamientos de suelo con desinfectantes y reguladores de PH.

- Mineraliza la materia orgánica disminuyendo el uso de fertilizantes y gastos durante el ciclo.
- Mejora la calidad del suelo de piscinas permitiendo reducir (arriba del 50%) el recambio de agua, lo cual ahorra costos de diésel y reparación de maquinaria.
- Reduce el nivel de compuestos tóxicos en las piscinas, lo cual mejora la tasa de crecimiento del animal.
- Mejora las tasas de sobrevivencia debido a un mejor ecosistema general.
- Permite incrementar densidades de siembra, lo cual mejora la eficiencia de la producción.
- Crea un medio pro biótico que reduce metabolitos tóxicos que inciden en el mal sabor del camarón. (MEGASUPPLY, 2018)

#### **2.4.2.2. Modo de acción**

Los desechos son un subproducto natural de la producción en la acuicultura. Alimento balanceado no consumido, heces de animales, animales muertos, algas y exoesqueletos en el caso del camarón contribuyen a restos orgánicos que se acumulan en los fondos de las piscinas. Una acumulación mínima de desechos no representa un problema mayor ya que el ecosistema natural de las piscinas puede degradar y mineralizar estos desechos. Sin embargo, en el sistema intensivo y en piscinas donde los desechos tienden a acumularse en pequeñas aéreas el ecosistema de la piscina puede llegar a sobrecargarse. Si este desecho no es removido, compuestos tóxicos pueden acumularse dentro de la piscina durante el ciclo de producción y afectar adversamente la cosecha. El productor tiene tres alternativas puede vivir con el problema y sufrir pérdidas económicas en cosecha, físicamente remover el desecho o biodegradarlo. (EPICORE, 2016).

La Bio-aumentación con EPIZYM-PST acelera este proceso y mejora la productividad en la piscina. Los catalizadores biológicos en EPIZYM-PST inmediatamente comienzan el proceso de digerir la materia orgánica acumulada. Los microbios en EPIZYM-PST son especialmente seleccionados por su habilidad de producir una amplia variedad de enzimas poderosas para descomponer los variados desechos orgánicos producidos en el ciclo de engorde del camarón. (EPICORE, 2016).

#### **2.4.3. MEGACIDG**

Es una combinación sinérgica de un conjunto de ácidos orgánicos con una fuente de ajo 100% puro, en polvo. Reduce la incidencia de microorganismos patógenos en el tracto digestivo de camarones o peces y el agua que sirve como medio para la producción.

Al mismo tiempo que estimula el crecimiento, mejora los consumos y fortalece el sistema inmunológico de estas especies. (MEGASUPPLY, 2018)

#### 2.4.3.1. Características y beneficios

- Reduce o inhibe la presencia de microorganismos patógenos en el tracto gastrointestinal de los animales.
- Mejora la palatabilidad de los alimentos y aumenta el consumo.
- Aumenta la supervivencia del animal y rendimientos.
- Permite densidades de siembra más altas.
- Promueve el incremento del peso del animal.
- Optimiza la nutrición que va a permitir un mejor crecimiento y adecuada conversión alimenticia.
- Mejora el proceso digestivo en el estómago. De tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento y aumenta la ingestión. (MEGASUPPLY, 2018)

#### 2.4.3.2. Aplicación

Induce en el medio una baja de pH, lo cual ayuda a los procesos digestivos y también crea un ambiente propicio para el desarrollo y crecimiento de las bacterias ácido resistentes (lactobacilos) y crea un ambiente desfavorable para el desarrollo de microorganismos patógenos. El ajo (*Allium sativum*) además de ser un prebiótico, aporta propiedades anti-fúngicas y anti-virales además de anti-bacterianas, aumenta la palatabilidad de los alimentos y por lo tanto el consumo, es también un promotor de crecimiento. (MEGASUPPLY, 2018)

**Tabla 2: Utilización de campo**

1 – 30 días de cultivo	4 gramos/Kilogramo
31 – 44 días de cultivo	2 gramos/Kilogramo
45 Días en adelante	1 gramos/Kilogramo (MEGASUPPLY, 2018)

## 2.5. *Oreochromis sp.*

La tilapia es un pez teleósteo del orden perciforme, perteneciente a la familia *Cichlidae*, originario de África, habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Se encuentra ampliamente distribuida por el sudeste asiático, América Central, Sur del Caribe y el sur de Norteamérica. Son varias especies agrupadas bajo este nombre en común. (Raulg)

Las especies existentes pertenecen a los géneros *Oreochromis* y *Tilapia*, diferenciados principalmente por la forma de incubar los huevos. La tilapia pertenece a la familia de los cíclidos y constituye un grupo amplio de peces endémicos de África, donde su origen se remonta a varios millones de años. Se considera además una especie ovípara, que se reproduce naturalmente, y aunque pone pocos huevos (de 1000 a 2000 por hembra como promedio por puesta) es muy prolifera y puede reproducirse en plena adultez una vez cada 45 días, por ser una desovadora parcial. En lo referente a su hábito alimenticio se considera omnívora, con preferencia por el fitoplancton. (Raulg)

La tilapia roja es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aurea*. Cada una de estas especies aporta al híbrido sus mejores características, resultando uno de los peces con mayor potencial para la acuicultura comercial en el mundo la tilapia roja es una especie óptima para el cultivo en agua dulce o salada, pues tiene una alta resistencia a enfermedades y una gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio. Además presenta dentro de sus características anatómicas y organolépticas: pocas espinas y exquisito sabor de su carne por lo que también se le conoce en algunos sectores comerciales como: "*la gallina del agua*". (Raulg)

Es una especie tropical que prefiere vivir en aguas someras, no sobrevive a temperaturas inferiores a 12°C ni superiores a 42°C, las temperaturas ideales de cultivo varían entre 26 - 32°C. Es de hábito omnívoro, lo que le permite aprovechar una amplia gama de alimentos pueden digerir eficientemente los carbohidratos dietéticos y tiene una mayor capacidad para digerir proteína de origen vegetal. (Benicio, 2016)

El crecimiento y sobrevivencia de la tilapia se han reportado con valores óptimos de NH<sub>3</sub> entre 0.01 a 0.2mg/L, mientras que, valores cercanos a 2 mg/L se consideran críticos. Se considera como rango de tolerancia valores entre 0.6 a 2.0mg/L. Sin embargo, incrementos del valor de pH y temperatura aumentan la toxicidad del amonio. Los efectos tóxicos del amonio en los peces, están relacionados principalmente a la forma no ionizada (NH<sub>3</sub>), debido a la facilidad con que esta molécula se difunde rápidamente por las branquias de los peces. (Benicio, 2016)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Delimitación del estudio

##### 3.1.1. Delimitación en espacio y tiempo

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Choluteca, en las instalaciones del laboratorio húmedo, ubicado en el Centro Universitario Regional del

Litoral Pacífico. El proyecto de investigación tuvo una duración de 50 días donde se utilizó la técnica de Biofloc haciendo uso de sustratos naturales (Melaza) y Probióticos en el cultivo de tilapia roja *Oreochromis sp* en un sistema de cero recambio de agua. Se utilizó una población de 132 peces, 22 peces en cada tanque.

### **3.2. Diseño Experimental**

El estudio fue realizado con 6 tanques circulares de geomembrana, tres de ellos con tratamientos (Melaza y Probiotico) y tres tanques sin tratamiento (control). Cada tanque de 1.80 m de diámetro con una profundidad de 1.20 m con una capacidad de 5 toneladas de agua, cada uno de ellos contaba con aireación permanente optimizando la demanda de oxígeno del mismo.

La investigación de la técnica de aplicación de biofloc, se le agregaron sustratos naturales (Melaza) Probióticos (EPICIN-3W, EPIZYM-PST, EPICIN MEGACIDG), los cuales fueron preparados diariamente durante el proceso de investigación, se utilizaron tres repeticiones con tratamiento, y tres repeticiones como prueba control.

Probiotico PST: Utilizado para tratar los sedimentos del fondo del estanque. La cantidad a utilizar se calculó por la capacidad del diámetro de los tanques y la población de peces, siendo esta de 3 gramos en 5 litros de agua, y añadiendo 3 ml de melaza, con oxigenación permanente durante 45 minutos, para activación del probiotico.

Probiotico 3W: Utilizado para tratar la columna de agua de los estanques. La cantidad utilizada se calculó por la capacidad del diámetro de los tanques y la población de peces, siendo esta de 4 gramos en 5 litros de agua, con oxigenación permanente durante 24 horas.

Probiotico MEGACIDG: Utilizado para fortalecer el sistema inmunológico de los organismos, la cantidad utilizada fue de 4 gramos, preparándolo con el alimento comercial, 4 ml de melaza y agua, creando una consistencia pastosa.

Los peces utilizados en el ensayo fueron tilapia roja (*Oreochromis sp*) proporcionados por Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico, el ensayo inicio con una población de 132 peces siendo distribuidos 22 peces por tanque, con un peso promedio de 38.8 gramos.

### **3.3 Metodología de campo**

#### **3.3.1. Maduración del Agua de los estanques con tratamientos**

Inicialmente se agregó el sustrato melaza y los Probióticos EPICIN-3W, EPIZYM-PST, en un recipiente adecuado para su preparación con oxigenación permanente y ser añadidos a los estanques diariamente para mantener la calidad del agua.

#### **3.3.2. Biometría**

La biometría se realizó quincenalmente, para observar su crecimiento, midiendo talla y peso, y para calcular el FCA en cada estanque.

### 3.3.3. Alimentación

#### 3.3.3.1 Alimentación en estanques con tratamiento

La alimentación se determinó de acuerdo a la población y peso promedio en cada estanque. Inicialmente se utilizó un 4.5% de acuerdo a la tabla de la ración diaria (porcentaje de biomasa), posteriormente la alimentación en los tanques con biofloc se redujo quincenalmente a 3.5% y 2%. El alimento comercial utilizado tiene un porcentaje de proteína de 45%.

**Tabla 3: Alimentación para Tilapia**

TABLA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIA					
Etapa	Alimento	Peso promedio (gr)	Densidad de siembra (peces/m <sup>2</sup> )	Ración diaria (% biomasa)	Frecuencia de alimentación
PREINICIO	Purtilapia 45%	< 1	> 50	A voluntad	6 - 8
		1 - 5		16	
INICIO	Purtilapia 40%	5 - 10	30 a 50	15	4 - 6
		11 - 30		7	
		31 - 50		6	
				4,5	
CRECIMIENTO	Purtilapia 32%	50 - 200	3 a 50	3,5	2 - 3
ENGORDE	Purtilapia 28%	200 - 300	3 a 10	2,5	
		300 - 400		2	
		>400		1,7	

**Tabla 4: Alimentación Tratamiento R-1**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)	% Biomasa/ Ración
1-15	39.91 g	19.95 g	4.5 %
16-30	23.8 g	11.9 g	3.5 %
31-50	17.1 g	8.55 g	2 %

**Tabla 5: Alimentación Tratamiento R-2**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)	% Biomasa/ Ración
1-15	39.08 g	19.54 g	4.5 %
16-30	25.1g	12.55 g	3.5 %
31-50	18.7 g	9.25 g	2 %

**Tabla 6: Alimentación Tratamiento R-3**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)	% Biomasa/ Ración
1-15	39.02g	19.51 g	4.5 %
16-30	27.3g	13.65 g	3.5 %
31-50	18.7 g	9.25 g	2 %

### 3.3.3.2 Alimentación en Estanques de Control

La alimentación en los estanques usados como pruebas control se determinó de acuerdo a la población y al peso promedio en cada uno de ellos, alimentándolos con alimento comercial, con un porcentaje de proteína de 45%.

**Tabla 7: Alimentación Control C-1**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)
1-15	47.58g	23.79g
16-30	38.0g	19g
31-50	46.4 g	23.2 g

**Tabla 8: Alimentación Control C-2**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)
1-15	46.59g	23.29g
16-30	38.6g	19.3 g
31-50	18.7 g	9.25 g

**Tabla 9: Alimentación Control C-3**

Días	Alimento total diario (gramos)	Alimento- 2 raciones (Diario)
1-15	47.58g	23.79g
16-30	38.39g	19.19g
31-50	18.7 g	9.25 g

### **3.3.4. Factores físico químicos**

#### **3.3.4.1. Temperatura**

Se registró diariamente la temperatura en los diferentes tratamientos durante dos veces al día (8:00– 12:00- 3:00 pm) con un termómetro por un minuto en el agua durante todo el experimento.

#### **3.3.4.2. Oxígeno**

Se registró diariamente el oxígeno en cada tanque, tres veces al día (8:00am, 12:00 pm y 3:00 pm) con un oxigenómetro.

#### **3.3.4.3. Turbidez**

Haciendo el uso del disco secchi para determinar los niveles de turbidez del agua

#### **3.3.4.4. Pruebas químicas**

- Amonio
- Nitrito
- Nitratos
- Pruebas microbiológicas

## **3.4 Metodología de laboratorio**

### **3.4.1. Composición del biofloc**

#### **3.4.1.1. Calidad microbiológica**

Se tomó una muestra de agua en tubos de ensayo (5ml) de cada tanque para observar la calidad microbiológica del agua y los sedimentos de la misma realizándose cada 15 días, con observación en el microscopio.

#### **3.4.1.2. Medición de fitoplancton**

Se realizó muestras de agua utilizando el cono IMHOFF con capacidad de 1000ml para conocer los niveles de sedimentación dejando reposar la muestra de agua de cada tanque por 1 hora, para su respectiva observación al microscopio, y utilizando la cámara de NEUBAUER para el conteo de microalgas.

#### **3.4.1.3. Medición de zooplancton:**

Se realizó muestras de agua utilizando el cono IMHOFF con capacidad de 1000ml para conocer los niveles de sedimentación dejando reposar la muestra de agua de cada tanque por 1 hora, luego se colocó una pequeña muestra en el porta objeto y fijándolos con Yodo para realizar su respectivo conteo donde se identificaron diferentes tipos de zooplancton.

#### **3.4.1.4. Determinación de bacterias heterótrofas:**

Se tomaron muestras de agua de cada tanque, distribuyéndolas en tubos de ensayo en un medio de cultivo en caldo de agua peptonada para realizar la dilución 1:10 por cada tubo de ensayo, posteriormente se realizó la siembra en placas Petri con un medio de cultivo Müller Hilton, dejándolas en la incubadora durante 24 horas, para su respectivo conteo de colonias.

### **3.5 Factores de desempeño**

#### **3.5.1. Ganancia diaria de peso**

Para calcular la ganancia de peso diario de los peces se calcula a través de la siguiente fórmula,

$$\text{Ganancia Diaria De Peso} = \frac{P_f - P_i}{t}$$

Donde;

P<sub>f</sub>= peso final de los peces

P<sub>i</sub>= peso inicial de los peces

t= tiempo

#### **3.5.2. Tasa específica de crecimiento**

Es el que representa el porcentaje del crecimiento diario de los peces y se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa específica de crecimiento (\%/día)} = \frac{(P_f - P_i)}{t}$$

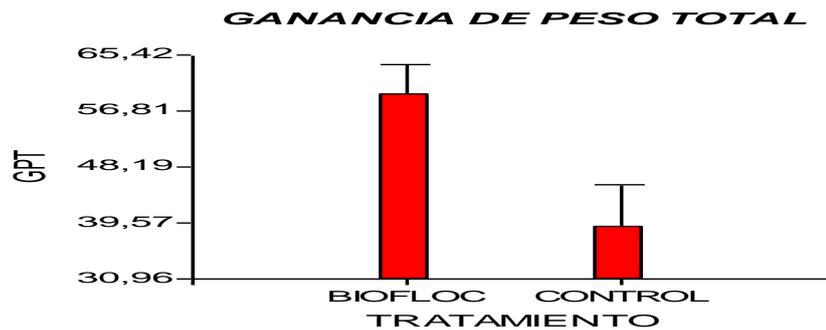
## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Variables de Desempeño**

#### **4.1.1. Ganancia de Peso**

Estadísticamente se muestra que hubo una diferencia significativa, logrando una mayor ganancia de peso total en los tanques con tratamiento Biofloc durante un lapso de tiempo de 50 días, esta tendencia se mantuvo a lo largo del experimento, el crecimiento de los organismos se presenta por una buena calidad de agua y abundante alimento natural aportado por los diferentes Probióticos utilizados.

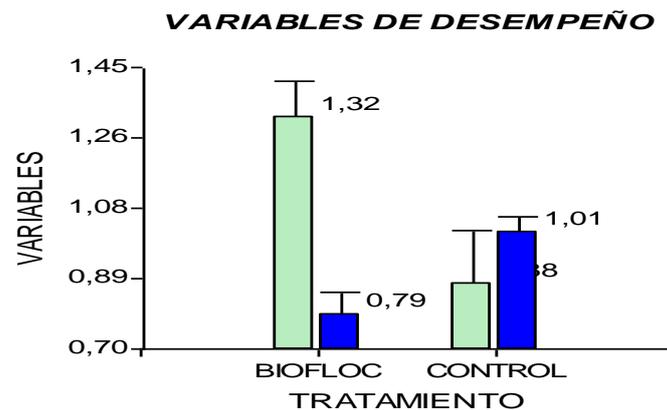
**Grafica 1: Ganancia de peso total**



#### 4.1.2 Ganancia de Peso diario y FCR

Las estadísticas muestran mejores resultados en los tanques con tratamiento de Biofloc, logrando disminución de FCR y ganando mayor cantidad de peso diario, mientras que en los tanques control aumento el FCR logro poca ganancia de peso diario. El FCR se calculó dividiendo la cantidad de alimento suministrado entre la biomasa de los tanques.

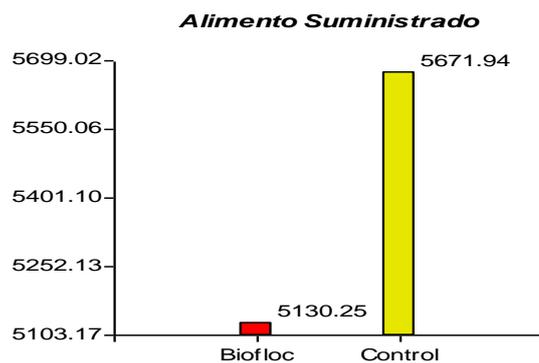
**Grafica 2: Ganancia de peso diario y FCR**



#### 4.1.3 Alimento Total Suministrado

Los resultados muestran estadísticamente una disminución de alimento comercial suministrado en los tanques con tratamiento Biofloc, observando un aumentó en los tanques control, esto con el objetivo de comprobar la efectividad del sistema biofloc.

**Grafica 3: Alimento Suministrado**



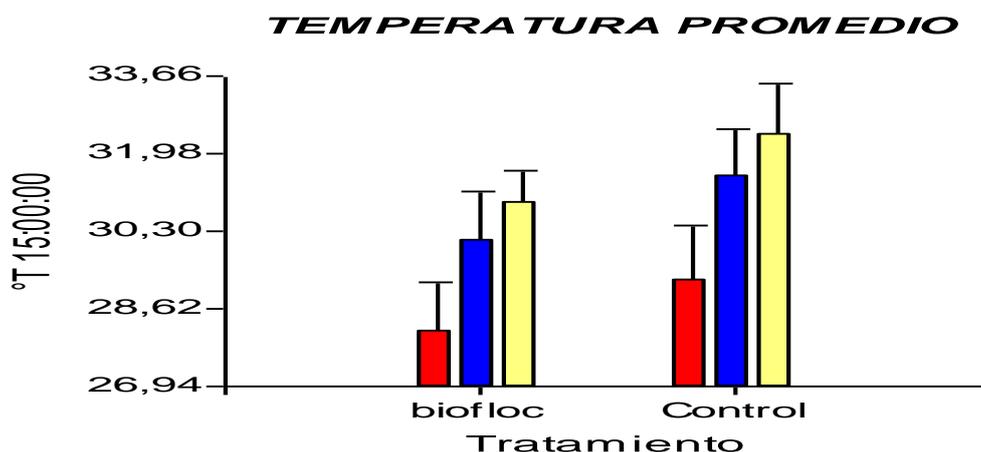
## 4.2 Calidad de Agua

### 4.2.1 Parámetros Físicos

#### 4.2.1.1 Temperatura:

Las temperaturas registradas en las diferentes horas del día muestran una variación significativa, siendo estadísticamente mayor en los tanques control debido a que se encontraban en un área donde los rayos del sol penetraban directamente en el agua, Mientras que en los tanques con Biofloc fueron menores debido a la turbidez provocada por el fitoplancton y zooplancton.

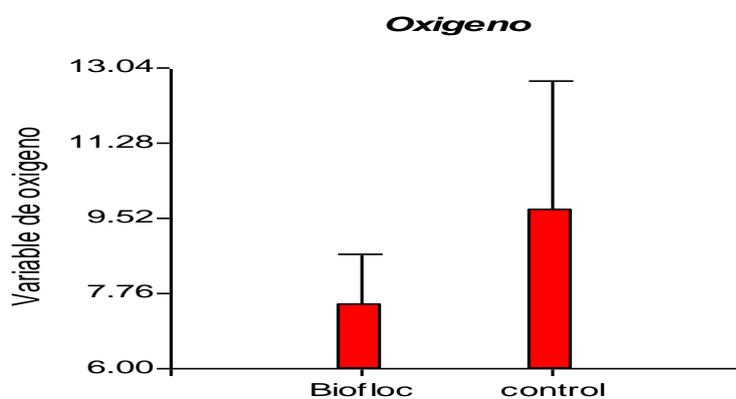
**Grafica 4: Temperatura promedio**



#### 4.2.1.2 Oxígeno:

Manteniendo aireación permanente en los tratamientos se registró una variación significativa de oxígeno, logrando menor rango en los tanques con tratamiento Biofloc debido a una mayor demanda de oxígeno requerida por la productividad natural.

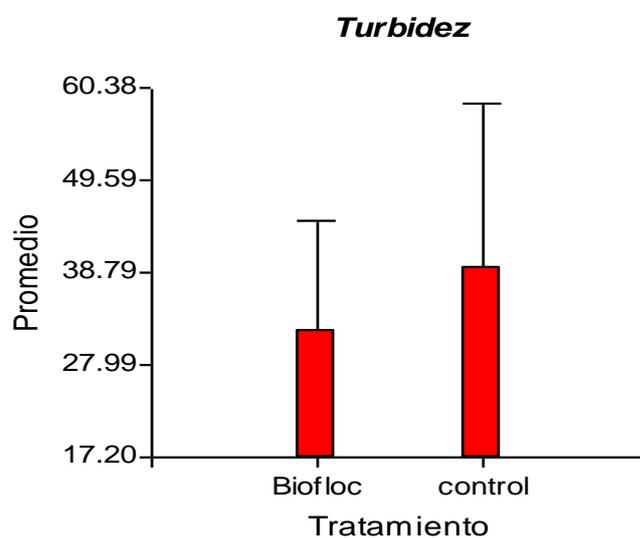
**Grafica 5: Oxígeno Promedio**



#### 4.2.1.3. *Turbidez*

Los registros muestran estadísticamente que los tanques con tratamiento Biofloc mostraron una menor turbidez debido a la alta productividad natural y el cero recambio de agua de los mismos en comparación a los tanques control.

**Grafica 6: Turbidez promedio**



#### 4.2.2

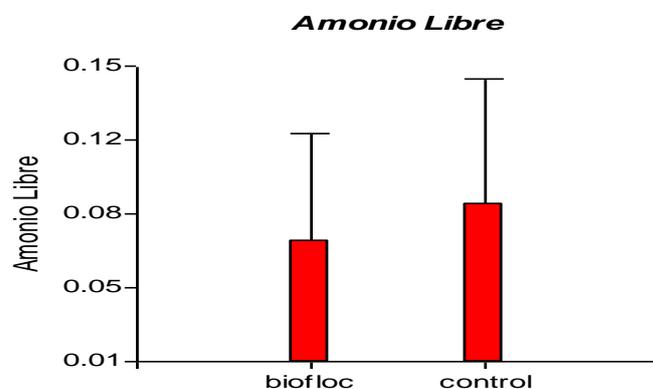
#### Parámetros Químicos

##### 4.2.2.1 *Amonio Libre*

Los resultados estadísticos muestran bajas concentraciones de amonio libre en los tanques con tratamiento Biofloc debido a la aplicación de sustrato natural (melaza) y Probióticos

(EPICIN PST, EPICIN 3W) logrando mantener una buena calidad de agua provocando la disminución del mismo. El amonio libre se calculó usando el calculador de amonio.

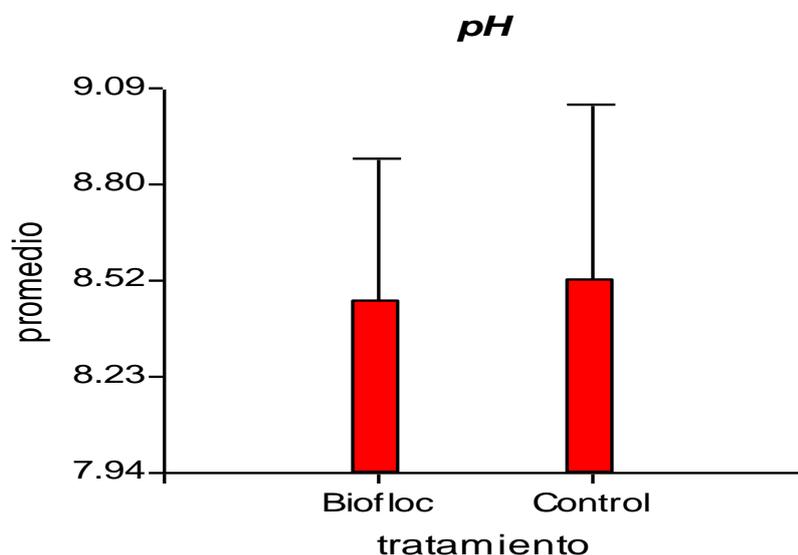
**Grafica 7: Amonio Libre**



#### 4.2.2.2 pH

Los resultados obtenidos muestran mínima variación significativa en ambos tratamientos Biofloc y control encontrándose en rangos óptimos para el crecimiento de los organismos.

**Grafica 8: pH promedio**

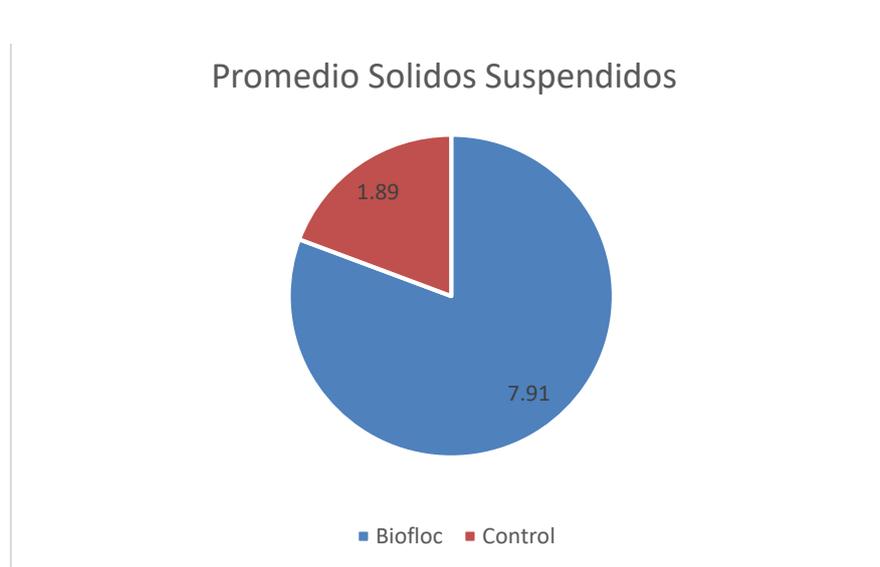


### 4.3. Composición de Biofloc

#### 4.3.1 Solidos Suspendidos

Los resultados obtenidos de sólidos suspendidos se determinaron en el Cono Imhoff manteniendo mayores niveles de sedimentación en los tanques con tratamiento Biofloc comprobando la efectividad de los Probióticos aplicados. Al observar los sedimentos al microscopio se comprobó la abundancia de fitoplancton y zooplancton utilizada como alimento natural.

**Grafica 9: Sólidos Suspendidos**



#### 4.3.2. Conteo de Microalgas

Los resultados obtenidos muestran una amplia variación en el conteo de microalgas de los tanques con tratamiento Biofloc en diferencia a los tanques control, logrando un eficiente crecimiento de fitoplancton sirviendo de alimento a los organismos.

**Tabla 10: Conteo de microalgas**

Fecha	Conteo	Biofloc	Control
15/3/2018	1	482,500 cel/ml	295,000 cel/ml
30/3/2018	2	1,567,500 cel/ml	1,057,500 cel/ml
15/4/2018	3	3,330,000 cel/ml	2,317,500 cel/ml

##### 4.3.2.1. Microalgas identificadas

**Tabla 11: Microalgas Identificadas**

	Grupo Taxonómico	Genero

Biofloc	Diatomeas	<i>Nitzschia sp</i>
		<i>Melosira varians</i>
		<i>Fragilaria vaucheriae</i>
	Algas Verdes	<i>Myxosarcina chroococcoides</i>
		<i>Tetracystis sp</i>
		<i>Gongrosira sp</i>
		<i>Scedermus ecornis</i>
Control	Algas verdes	<i>Chlorococcum sp</i>
		<i>Aphanothece saxicola</i>
		<i>Myxosarcina chroococcoides</i>
		<i>Gloeocapsa compacta</i>
	Algas verde azulada	<i>Cladophora glomerata</i>
		<i>Ch. oncohyrsoides</i>

#### 4.3.3. Conteo de Zooplancton

Las observaciones realizadas en el conteo de zooplancton determino mayor cantidad de rotíferos y nematodos en los tanques con tratamiento Biofloc, asimilando buenos resultados de la aplicación de los Probióticos para su crecimiento y sirviendo de alimento vivo para los peces. En los tanques control se observó mínimas cantidades de zooplancton.

**Tabla 12: Conteo de Zooplancton**

Fecha	Conteo	Biofloc	Control
15/3/2018	1	1,325,000 cel/ml	192,500 cel/ml
30/3/2018	2	3,077,500 cel/ml	1,057,500 cel/ml

**Tabla 13: Zooplancton identificado**

Rotíferos	<i>Lecane lunaris</i>
Nematodos	<i>Aelosoma hemprichi</i>

## 5 CONCLUSIONES

- El uso de biofloc ayudo a promover el crecimiento de los organismos debido a que presentan una fuente de alimento natural de buena calidad, reduciendo el costo de adición de alimento comercial, este sistema a lo largo del experimento demostró ser eficiente, el cual ayudo a mantener los parámetros fisicoquímicos del agua estables en un sistema de cero recambio de agua, lo cual esto minimiza el impacto de la actividad acuícola sobre el ambiente.
- El Probiotico MEGACIDG en sistemas tipo biofloc, promueve la actividad digestiva por lo cual, los organismos cultivados son capaces de aprovechar mejor los nutrientes suministrados, logrando un mejor crecimiento, mejor condición de salud y reducción de costos de alimento.
- Los Probióticos EPICIN PST y EPICIN 3W, en combinación con el sustrato natural (melaza) fueron efectivos en mantener la calidad de agua para un cultivo de tilapia en sistema tipo biofloc.
- La presencia de fitoplancton y zooplancton es de gran importancia biológica y nutricional en el sistema biofloc, siendo una fuente principal de alimento natural reduciendo el factor de conversión alimenticia y aumentando la ganancia de peso logrando resultados más eficientes.
- Los mejores resultados en un sistema Biofloc, dependerán del mantenimiento adecuado de la calidad del agua dentro del cultivo, oxigenación continua para mantener sólidos en suspensión distribuidos en toda la columna de agua y poder ser consumidos por los peces.

## 6 RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes densidades de siembra para la producción de tilapia roja en sistemas de biofloc.
- Implementar el sistema biofloc, en todas las fases de crecimiento de la tilapia roja.
- Realizar un análisis más profundo en carbono orgánico y bacterias heterotróficas producidas por los flóculos en el sistema biofloc.
- Evaluar el sistema biofloc en el cultivo y crecimiento del *Litopenaeus vannamei* (Camarón blanco).
- Continuar con el desarrollo de proyectos, bioensayos, investigaciones de cultivos de otras especies de peces, en sistema biofloc.
- Contar con más instrumentos necesarios para una buena operación en el sistema biofloc.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Recuperado el 16 de abril de 2018, de  
[https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/\\_archivos//0000000000\\_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/130808\\_Cultivo%20de%20tilapias%20en%20sistemas%20con%20bioflocos.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//0000000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/130808_Cultivo%20de%20tilapias%20en%20sistemas%20con%20bioflocos.pdf)
- (11 de noviembre de 2016). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/fitoplancton/>
- APROMAR. (Mayo de 2004). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de  
[http://212.34.137.246/repositorio/ficheros/acui\\_infor04\\_mundo.pdf](http://212.34.137.246/repositorio/ficheros/acui_infor04_mundo.pdf)
- balnova pescanova*. (s.f.). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de balnova pescanova:  
<http://www.balnova.com/uso-de-melaza-en-estanques/>
- Benicio, S. (2016). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/54396/1/78751044.2016.pdf>
- Boletín nicovita*. (1998). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de  
[http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/mar\\_98\\_02.pdf](http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/mar_98_02.pdf)
- Bonnefoy, J. C. (2006). *Indicadores De Desempeño En El Sector Público*. Republica Dominicana : JUAO6.
- Chimbor, M. L. (s.f.). *AQUAHoy*. Recuperado el 12 de febrero de 2018, de  
<http://www.aquahoy.com/informe/26128-bioflocs-tendencia-en-la-produccion-acuicola-sustentable>
- Ciencia y biología*. (s.f.). Recuperado el 12 de abril de 2018, de  
<https://cienciaybiologia.com/fitoplancton/>
- Cordero, S. B. (2016). Recuperado el 15 de febrero de 2018, de  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/54396/1/78751044.2016.pdf>
- Cordero, S. B. (2016). Recuperado el 13 de febrero de 2018, de  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/54396/1/78751044.2016.pdf>
- Córdova, L. R., Porchas, M. M., López, J. A., Torres, A. C., Baeza, A. M., Eduardo, & Cornejo, M. A. (2010). Recuperado el 15 de febrero de 2018, de  
[http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/X/archivos/26-LuisMartinez.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/X/archivos/26-LuisMartinez.pdf)
- Covarrubias, J. C., & Arce, J. M. (septiembre de 2011). Recuperado el 15 de febrero de 2018, de  
<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/2.pdf>
- EPICORE. (16 de enero de 2016). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de  
<http://epicorebionetworks.com/pdf2/epicin-hatcheries.pdf>
- FAO. (s.f.). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de  
[http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_honduras/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_honduras/es)
- FAO. (2016). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>
- FAO. (2016). Recuperado el 2 de abril de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>
- FAO. (2018). Recuperado el 2 de ABRIL de 2018, de <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- García, E. A. (julio de 2016). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de  
<http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/Medios/tesis/lopezgar1.pdf>

- Guevara, M. J. (s.f.). Recuperado el 3 de abril de 2018, de <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/viewFile/1597/1939>
- Kuehne, V. N. (2018). Obtenido de [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2057/1/tesis\\_Mu%C3%B1oz\\_Kuehne\\_Vladimir\\_Nicolas\\_16\\_feb\\_2018.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2057/1/tesis_Mu%C3%B1oz_Kuehne_Vladimir_Nicolas_16_feb_2018.pdf)
- Lopez, D., Olvera, C., Moreno, I., Araiza, M., & Villagrana, S. (s.f.). Tecnología Biofloc. Recuperado el 15 de abril de 2018, de <http://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2199/tecnologia-biofloc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luis Alfredo Benavides Mora, W. A. (2012). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85105.pdf>
- Martinez, A. D., & Chavez, J. I. (2017). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6020/1/CPA-2017-036.pdf>
- Marulanda. (17 de abril de 2017). Recuperado el 10 de abril de 2018, de <https://invertebrados.paradais-sphynx.com/informacion/plancton.htm>
- MEGASUPPLY. (2018). Recuperado el 26 de Febrero de 2018, de <https://www.megasupply.net/granjas-camarones/megacidg/>
- Mejía, J. C., Mejía, G. C., & Trinidad, H. C. (noviembre de 2014). (A. L. Avila, Ed.) *NATURALMENTE LA REVISTA*, 12;13;14 . Recuperado el 10 de abril de 2018, de file:///C:/Users/kevin%20Guillen/Downloads/naturalmenteRevista.pdf
- Monja, M. B., & Mejia, C. C. (s.f.). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <http://www.aquahoy.com/informe/26128-bioflocs-tendencia-en-la-produccion-acuicola-sustentable>
- Monja, M. B., & Mejia, C. C. (s.f.). Recuperado el 22 de marzo de 2018, de <http://www.aquahoy.com/informe/26128-bioflocs-tendencia-en-la-produccion-acuicola-sustentable>
- Mora, L. A., & Moreno, W. A. (2012). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de file:///C:/Users/kevin%20Guillen/Downloads/analisis%20de%20resultados.pdf
- perez, I. a. (2014). *repositorio.upse.edu.ecu*. Recuperado el 7 de febrero de 2018, de [repositorio.upse.edu.ec:  
http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1872/1/LILIANA%20ANGELITA%20MERCH%C3%81N%20P%C3%89REZ.pdf](http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1872/1/LILIANA%20ANGELITA%20MERCH%C3%81N%20P%C3%89REZ.pdf)
- Raulg. (s.f.). Recuperado el 15 de febrero de 2018, de <http://www.monografias.com/trabajos20/tilapia/tilapia.shtml>
- Sánchez-Estudillo, L. (s.f.). Recuperado el 10 de abril de 2018, de <http://www.umar.mx/revistas/43/0430201.pdf>
- silva, A. d. (4 de enero de 2018). *Panorama Acuicola*. Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <https://panoramaacuicola.com/2018/01/04/tecnologia-biofloc-y-acuimimetismo-como-alternativas-para-una-acuicultura-sustentable/>

- Vannuccini, S. (enero de 2003). Recuperado el 12 de febrero de 2018, de [http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/\\_archivos/000008-Tilapia/071201\\_Mercados%20Mundiales%20para%20la%20Tilapia.pdf](http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/_archivos/000008-Tilapia/071201_Mercados%20Mundiales%20para%20la%20Tilapia.pdf)
- Vasquez, K. I. (7 de abril de 2014). *El Herald*o . Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <http://www.elheraldo.hn/alfrente/565329-209/tilapia-el-inmigrante-que-lleva-58-anos-alimentando-a-honduras>
- Wasielesky, W., Krummenauer, D., Lara, G., Foes, G., & Poersch, L. (Septiembre; Octubre de 2013). Recuperado el 15 de marzo de 2018, de [https://issuu.com/designpublications/docs/panorama\\_acuicola\\_18-6](https://issuu.com/designpublications/docs/panorama_acuicola_18-6)
- wilson wasielesky, D. G. (201). Cultivo de Camaron en sistemas biofloc. *Panorama Acuicola*. Recuperado el 14 de febrero de 2018

## 8 ANEXOS



**Anexo 2: Tanque antes de aplicar melaza y Probióticos**



**Anexo 1: Tanque con tratamiento Biofloc**



**Anexo 3: Probióticos aplicados (Epicin PST, 3W, MEGACIDG)**



**Anexo 4: Alimento comercial, probiotico, melaza (Alimentación para tanques con tratamiento Biofloc)**



**Anexo 6: Alimentación de los peces**



**Anexo 5: Kit de reactivos químicos (pH, Amonio, nitratos)**



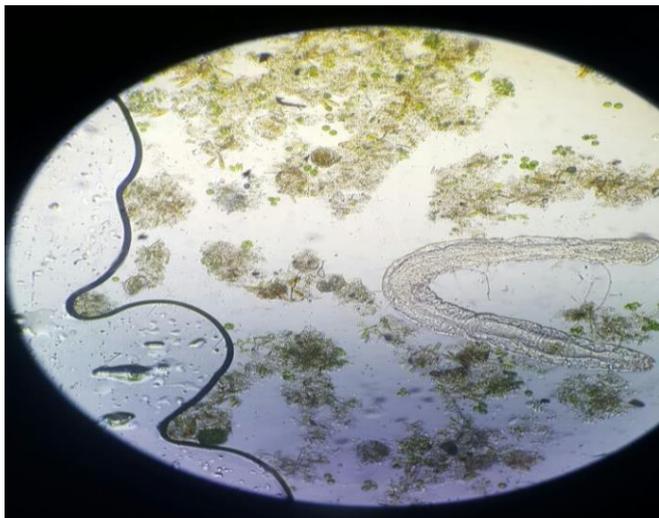
**Anexo 8: Muestras de Agua para análisis**



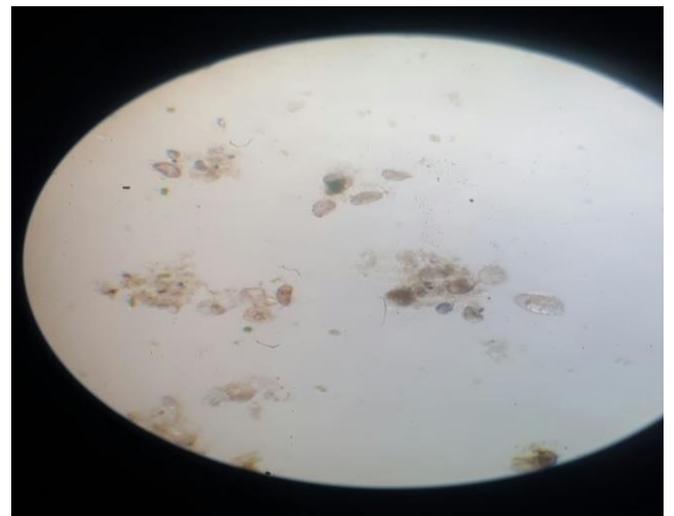
**Anexo 7: Cono Imhoff para determinar solidos suspendidos**



**Anexo 9: Oreochromis sp (Tilapia Roja)**



**Anexo 11: Observación de microalgas y nematodos en el microscopio**



**Anexo 10: Observación de rotíferos y microalgas en el microscopio**

**Anexo 12: Análisis de varianza (Temperatura en tres horarios diferentes)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
°T 8:00:00	94	0,19	0,19	3,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,67	1	27,67	22,26	<0,0001
Tratamiento	27,67	1	27,67	22,26	<0,0001
Error	114,38	92	1,24		
Total	142,05	93			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 1,2433 gl: 92

Tratamiento	Medias	n
Biofloc	28,15	47
Control	29,23	47

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
°T 12:00:00	94	0,32	0,32	3,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,76	1	47,76	44,20	<0,0001
Tratamiento	47,76	1	47,76	44,20	<0,0001
Error	99,40	92	1,08		
Total	147,16	93			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 1,0805 gl: 92

Tratamiento	Medias	n
Biofloc	30,09	47
Control	31,51	47

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
°T 15:00:00	94	0,40	0,39	2,87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,65	1	50,65	61,21	<0,0001
Tratamiento	50,65	1	50,65	61,21	<0,0001
Error	76,13	92	0,83		
Total	126,78	93			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,8275 gl: 92

Tratamiento	Medias	n
Biofloc	30,94	47
Control	32,40	47

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 13: análisis de varianza (Ganancia de peso diaria y FCR)****Análisis de la varianza****GPD= GANANCIA DE PESO DIARIA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPD	6	0,83	0,79	11,05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,29	1	0,29	20,03	0,0110
TRATAMIENTO	0,29	1	0,29	20,03	0,0110
Error	0,06	4	0,01		
Total	0,35	5			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0147 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n

CONTROL	0,88	3	A
BIOFLOC	1,32	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FCA	6	0,89	0,86	5,35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	1	0,07	31,11	0,0051
TRATAMIENTO	0,07	1	0,07	31,11	0,0051
Error	0,01	4	2,3E-03		
Total	0,08	5			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0023 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n

BIOFLOC	0,79	3	A
CONTROL	1,01	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 14: análisis de varianza (Ganancia de peso total)****GANANCIA DE PESO TOTAL**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPT	6	0,83	0,79	11,36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	620,17	1	620,17	19,88	0,0112
TRATAMIENTO	620,17	1	620,17	19,88	0,0112
Error	124,81	4	31,20		
Total	744,98	5			

**Test: Duncan Alfa:=0,05**

Error: 31,2027 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	
CONTROL	39,01	3	A
BIOFLOC	59,34	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 15: Analisis de varianza (Oxigeno)****Análisis de la varianza Oxigeno**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
control	101	0.19	0.18	26.64

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	124.29	1	124.29	23.61	<0.0001
Biofloc	124.29	1	124.29	23.61	<0.0001
Error	521.13	99	5.26		
Total	645.42	100			

**Test: Duncan Alfa:=0.05**

Error: 5.2639 gl: 99

Biofloc	Medias	n	
Biofloc	7.49	50	A
control	9.71	51	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

**Anexo 16: Analisis de varianza (Amonio Libre)****Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Amonio Libre	32	0.03	0.00	71.05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.4E-03	1	2.4E-03	0.78	0.3853
biofloc	2.4E-03	1	2.4E-03	0.78	0.3853
Error	0.09	30	3.1E-03		
Total	0.09	31			

**Test:Duncan Alfa:=0.05**

Error: 0.0031 gl: 30

biofloc	Medias	n	
biofloc	0.07	16	A
control	0.09	16	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Anexo 17: Analisis de varianza (Turbidez)****Análisis de la varianza turbidez**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Promedio	36	0.05	0.02	45.57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	481.07	1	481.07	1.82	0.1865
Tratamiento	481.07	1	481.07	1.82	0.1865
Error	8999.87	34	264.70		
Total	9480.94	35			

**Test:Duncan Alfa:=0.05**

Error: 264.7020 gl: 34

Tratamiento	Medias	n	
Biofloc	32.04	18	A
control	39.36	18	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Anexo 18: Analisis de varianza (pH)****Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
promedio	36	4.4E-03	0.00	5.60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	1	0.03	0.15	0.7023
tratamiento	0.03	1	0.03	0.15	0.7023
Error	7.69	34	0.23		
Total	7.72	35			

**Test:Duncan Alfa:=0.05**

Error: 0.2262 gl: 34

tratamiento	Medias	n	
Biofloc	8.46	18	A
Control	8.52	18	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Anexo 19: Analisis de varianza (Alimento suministrado)****Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Control	2	1.00	sd	0.00

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

Especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	146714.03	1	146714.03	sd	sd
Biofloc	146714.03	1	146714.03	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	146714.03	1			