

USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON TECNOLOGÍA BIOFLOC EN LA PRODUCCIÓN DE TILAPIAS



Alexis Fernando Gómez Canto
Universidad UMECIT, Panamá
alexisgomez@umecit.edu.pa
ORCID: 0000-0002-8515-2964

DOI: 10.37594/oratores.n15.507

Fecha de recepción: 22/07/2021

Fecha de revisión: 06/08/2021

Fecha de aceptación: 14/09/2021

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la búsqueda de una alternativa para el productor acuícola rural con poco acceso a los recursos hídricos, para desarrollar la cría de tilapias. Se diseñó un estudio aplicando Biofloc diariamente, que se constituyó de microorganismos eficientes (ME) a base de flóculos bacterianos manipulados: *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Lactobacillus* y levaduras. Se aplicaron controles a nivel físico – químico del agua de una tina, con dos mil alevines de tilapias, cultivadas en el ciclo de estudio. De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos señalar que las variables físicas se mantuvieron constantes (pH, temperatura y transparencia, sin embargo, en algunos momentos se tenían una turbiedad no deseada). En cuanto a los parámetros químicos el oxígeno se mantuvo aceptable, el amonía, nitrito y nitratos se determinaron no tan aceptables a nivel promedio por las constantes variaciones, por lo tanto, debe desarrollarse otros análisis más profundos en cuanto a la estabilidad de los ME, como medio de limpieza y acondicionamiento del agua. Además de considerar que si hay una aportación por parte del Biofloc como medio de mejoramiento nutricional de los peces, promoviendo la formación de fitoplancton que son otros medios naturales del ecosistema para la alimentación de estos organismos, sin afectar la disponibilidad de oxígeno.

Palabras clave: Microorganismos Eficientes; Bacterias; Oxígeno; Amonía; Nitrato; Nitrito, Biofloc.

USE OF EFFICIENT MICROORGANISMS WITH BIOFLOC TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF TILAPIAS

ABSTRACT

The objective of this research was to search for an alternative for the rural aquaculture producer with little access to water resources, to develop tilapia farming. A simple study was designed

applying daily Biofloc, which consisted of efficient microorganisms (ME) based on manipulated bacterial flocs: *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Lactobacillus* and yeasts. Physical-chemical controls of the water of a tub were applied, with two thousand fry of tilapia, grown in the study cycle. According to the results obtained, we can point out that the physical variables remained constant (pH, temperature and transparency, however, in some moments they had an unwanted turbidity). Regarding the chemical parameters, the oxygen remained acceptable, the ammonia, nitrite and nitrates were determined not so acceptable on average by the constant variations, therefore, other deeper analyzes regarding the stability of the MEs should be developed, as a means of cleaning and conditioning the water. In addition to considering whether there is a contribution by the Biofloc as a means of nutritional improvement of fish, promoting the formation of phytoplankton that are other natural means of the ecosystem for feeding these organisms, without affecting the availability of oxygen.

Keywords: Efficient Microorganisms; Bacteria Oxygen; Ammonia; Nitrate; Nitrite, Biofloc.

INTRODUCCIÓN

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*”.

Para ampliar el concepto 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.*”

Debemos tener presente que para desarrollar la acuicultura 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 y afectación del medio y 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 para poder hacer más sostenible esta actividad, permitiéndole al productor realizar hasta dos cebas de peces anual, demostrando 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.

Por estas razones se inicia esta investigación, con el ánimo de proporcionar una opción técnica, que facilite mejorar las condiciones del agua en cuanto a sus estándares físicos y químicos, evitando se conviertan en sustancias tóxicas para el entorno, afectando el desarrollo de los peces, promoviendo mejor uso de las fuentes de agua y evitar el gasto innecesario de este importante recurso.

Podemos señalar que el objetivo de este artículo es destacar el impacto que puede generar el uso de microorganismos eficientes, mediante el sistema Biofloc en la producción de tilapias y la sostenibilidad de la calidad físico química del agua.

Es importante señalar que esta técnica es la primera experiencia a nivel del área acuícola, donde se aplicaron controles programados para evaluar los Microorganismos eficientes como medio de limpieza y descomposición de material orgánico y el seguimiento de parámetros físicos organolépticos del agua, como lo es el color, olor, turbidez y su relación con los cambios químicos, como la disponibilidad de oxígeno (O₂), Amonia (NH₃ / NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻) nitrito (NO₂⁻) y el PH.

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.

BIOFLOC

Citando a Avnimelech, Y. (2015). Bioflocs Technology, expresa que *“son acumulaciones masivas de bacterias y otros microorganismos que conforman unas estructuras amorfas de varios micrómetros hasta varios milímetros llamados flóculos”*.

Los flóculos limpian el agua de sustancias tóxicas tales como el amonio y nitrito del agua procedentes de la excreta de nuestros organismos y materia orgánica sobrante del alimento. De esta manera no es necesario realizar recambio de agua alguno; sin embargo, la demanda de oxígeno es alta por tanto se debe implementar tener un sistema de aireación que debe ser continua.

El Biofloc genera importantes acciones probióticas para los peces, debido a que entre las bacterias del Biofloc se encuentran algunas que actúan como probióticos, tal como bacterias del género *Bacillus* o *Lactobacillus*.

El cultivo en Biofloc ejerce una acción de fortalecimiento del sistema inmune de los organismos, los microorganismos presentes en el segregan lipopolisacáridos, peptidoglucanos y β -1,3-glucanos que parece mejorar el sistema inmune no específico de los organismos cultivados.

De Schryver y colaboradores (2008), comprobaron que el cultivo con Biofloc actuaba como control de agentes patógenos (*Vibrio campellii* entre otros) debido a la producción de ciertos ácidos de cadena corta (SCFA) tal como ácido butírico, fórmico, acético, propiónico o ácidos valéricos.

Ekasari et al. (2014); Xu y Pan (2013); “comprobaron que el Biofloc genera incremento en Hemocitos totales, actividad fagocítica de hemocitos, actividad de superóxido dismutasa (defensa antioxidante), actividad prophenoloxidasa (pro PO), explosión oxidativa en mecanismos de defensa microbiana y supervivencia a enfermedades tales como la producida por virus myonecrosis (IMNV). Asimismo, se ha descrito que algunas bacterias del género *Bacillus* sp., *Alcaligenes* sp., o *Pseudomonas* sp generan poly- β -hydroxybutyrato (PHB) el cual tiene un efecto contra ciertas cepas de *Vibrio*”.

MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Son considerados un grupo de especies microbianas cuya presencia o inoculación en el suelo es capaz de mejorar fertilidad física, química, biológica y resistencia a patógenos entre otras. Ibáñez, Juan, J. (2011). Microorganismos Eficientes o Efectivos y Rehabilitación de suelos. Recuperado de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>.

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012).

Citando autores como Ramírez (2009); y Fundases (2014), exponen que cuando los EM son inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad.

Conforme al orden natural, el mundo microbiano se puede clasificar, de una manera genérica,

en tres grupos:

- El grupo de microorganismos regeneradores
- El de los desintegradores
- El de los neutrales.

Esta Tecnología nace en Ryukyu Daigaku en Okinawa, Japón creada por el Ingeniero Agrícola Doctor Higa Teruo, profesor de Horticultura en la década de los ochenta, relacionada con el uso de los microorganismos eficientes. Recuperado: <https://www.tunuevainformacion.com/salud-integral/1069-el-dr-teruo-higa-y-el-milagro-de-los-microorganismos-eficientes-que-regeneran-nuestra-salud.html>

En los inicios de los años sesenta, el profesor Higa comienza la búsqueda de 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.

El Doctor Higa Teruo después de realizar muchos experimentos y pruebas durante 20 años, al no conseguir los resultados que quería, tirando el último experimento a un vertedero, a los pocos días pasando cerca del vertedero se fijó que en donde había tirado el experimento crecieron plantas y la putrefacción de esa zona había desaparecido. Logrando conseguir una convivencia simbiótica entre los microorganismos aeróbicos (los que necesitan oxígeno) y los anaeróbicos (los que no necesitan oxígeno), para sobrevivir en dicha asociación los desechos de unos se comen los desechos de otros en una porción adecuada.

Nace así la base de una nueva forma de ver la vida microbiológica, que tiene como objetivo brindar información sobre los grupos de microorganismos benévolos tales como antes mencionados como: Bacterias ácido láctico, bacterias fototróficas, grupo de los actinomicetos, grupo de las levaduras, y hongos presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

“El profesor Higa al estudiar las funciones individuales de diferentes microorganismos, encuentra que el éxito de su efecto potencializado estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada en una multitud de usos agropecuarios y ambientales, y es utilizada en más de 80 países del mundo”. (Arias, 2010).

COMPONENTES DE BIOFLOC UTILIZADOS

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron los ME. de la empresa Agro Biológicos de Panamá (ABP) denominado Descomponedor de Materia Orgánica (DMO), quienes detallan en

su catálogo Ficha Técnica Bacter DMO Para Uso Acuícola. (2018), cuyos componentes son de 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.

El DMO se caracteriza por estar formulada con diversas cepas de microorganismos seleccionados como biocontroladores, bioremediadores y probióticos, para lo cual adjuntamos el cuadro No. 1 que expone las principales acciones o funciones de estos.

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 atrayentes naturales, incrementando el consumo por parte del animal.	

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

Importancia de los Parametros Físicos Químicos en la Calidad del Agua en Acuicultura.

Cuando nos referimos a calidad del agua, citando a Aguirre, Jorge. (2005), Guía Técnica de Acuicultura Rural, se define como “Cualquier característica del agua que afecta la supervivencia, reproducción, crecimiento, producción o manejo de peces en cualquier forma.”

“Es importante recordar que el biofloc se basa en el uso de inóculos que no es otra cosa que la sustancia adicionada en el agua para acelerar la descomposición de los nitritos, nitratos

y amonio que son los residuos orgánicos generados por los peces”, como señala en conversación con Jaimes, Luis A. (2018), productor de tilapias de Caldas Colombia, se recomienda añadir melaza pues, funciona como carbohidrato soluble para alimentación del biofloc y ayuda a controlar la toxicidad del amonio.

Otro aspecto clave en la implementación del Biofloc son los sistemas de aireadores que ayudarán a una circulación constante del oxígeno a través de la recirculación del agua por gravedad, una vez los sólidos orgánicos comiencen el proceso, el tiempo establecido para que los aireadores permanezcan encendidos es de 24/7, de lo contrario la materia orgánica va al fondo y se descompone afectando su cultivo y la producción.

Dentro de las Variables de calidad de agua, citando a Aguirre, Jorge I. (2005), Guía Técnica de Acuicultura Rural la define como: “*cualquier característica del agua que afecta la supervivencia, reproducción, crecimiento, producción o manejo de peces en cualquier forma*”; los cuales se presentan diversos parámetros permisibles en el cultivo de tilapias.

Para nuestra investigación las variables evaluadas fueron:

a. 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)*”.

Los peces son organismos que no soportan cambios bruscos de temperatura porque esta afecta su fisiología, a mayor temperatura hay un aumento en la intensidad de los procesos digestivos y la alimentación, ocurriendo lo contrario al disminuir la temperatura.

Esta también influye en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, ya que a mayor temperatura el oxígeno disuelto es mayor y menor al caer la temperatura.

b. 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”. Aguirre Jorge I. (2005).

La turbidez en estanques o piletas acuícolas resultan de la presencia de organismos planctónicos que es una característica deseable, sin embargo, algunas veces las partículas de arcillas u otras materias orgánicas en suspensión son altas cantidades y producen una turbidez no deseada.

c. Oxígeno Disuelto (OD):

El OD 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).

La fuente primaria natural de producción de oxígeno para los peces es mediante la fotosíntesis de las algas (fitoplancton), y la cantidad disponible va aumentando en la medida que pasan las horas del día y también disminuye en la medida que la altura aumenta.

Otro aspecto a considerar es que el OD, disminuye por la respiración de peces, plancton, organismos bentónicos, descomposición de materia orgánica (eutrofización) y por la difusión del oxígeno del aire.

d. PH:

Este parámetro se refiere a la medición del grado de acidez del agua, citando el manual API. Freshwater Master Test Kit. (2018); un pH de 7.0 del agua es neutro; un pH superior a 7.0 – 14.0 es alcalino y un pH inferior a 0 - 7.0 es ácido.

En una pileta o estanque el pH puede sugerir variaciones por la descomposición del alimento o del estiércol de los peces y por la influencia de la concentración de dióxido de Carbono (CO₂), por lo tanto es importante establecer un control semanal de esta variable a fin tener un adecuado mantenimiento de la tina y por lo tanto se tendrá un pH que promueva una buena calidad del agua.

Aguirre, Jorge I. (2005), expresa que para reducir el pH aplicando sulfato de amonio, por tener una reacción ácida del agua, ya que la alcalinidad puede decrecer con el uso continuo de fertilizantes.

e. Amoniaco:

El Amoniaco (NH₃), proveniente del metabolismo de pez (orina, defecaciones o las branquias) y descomposición de la materia orgánica, se transforma en Amonio (NH₄), siendo el amoniaco no ionizado el más tóxico para los peces. Aguirre, Jorge I. (2005).

Es regulado el amoníaco por el pH y la temperatura, donde un aumento del pH causa un aumento de 10 veces en la proporción de amoníaco ionizado; una fuerte concentración del amoníaco puede provocar la muerte de los peces, trazas de amoníaco estresan los peces, incluso ralentizan el funcionamiento del sistema inmunitario y su resistencia a enfermedades, cita del manual API. Freshwater Master Test Kit. (2018).

f. Nitritos:

Se origina de la nitrificación a partir del amonio mediante la acción de bacterias nitrificantes denominadas Nitrosomas spp. (clase de betaproteobacterias), por lo cual se forma los nitritos, citando el manual API. Freshwater Master Test Kit. (2018); indica que: *“El nitrito (NO₂-) presente en el agua es tóxico y a una fuerte concentración provoca la rápida muerte de los peces, incluso trazas de nitrito pueden estresar los peces, ralentizando el funcionamiento de su sistema inmunitario y reducir su resistencia a enfermedades”*.

g. Nitratos:

El Nitrato (NO₃-), se origina de la nitrificación del nitrito, mediante la acción de las bacterias nitrificantes denominadas Nitrobacter spp. (clase de alfa proteobacterias), citando el manual API. Freshwater Master Test Kit. (2018); indica que: *“Una fuerte concentración de nitrato indica una acumulación de defecaciones de los peces y de materias orgánicas, lo que afecta la calidad del agua y favorece la aparición de enfermedades, además la alta concentración de nitrato favorece la cantidad de nitrógeno y por lo tanto hay una proliferación de alga”*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en la comunidad de Las Guías Abajo, corregimiento de las Guías, distrito de Calobre, provincia de Veraguas, República de Panamá, en las siguientes coordenadas UTM (526334E – 906344N), en periodo del 16 de julio al 20 de diciembre de 2018, con un total de 5 meses de evaluación, correspondientes a la época lluviosa.

Al momento de la siembra se sembró una población de 2,000 alevines a la tina de concreto DE 62 M³. y en un estanque de tierra zampeado que se utilizó como testigo, sembrado con un total de 1,000 alevines, de tilapias plateadas (*Oreochromis niloticus*), el estanque se proveerá de agua proveniente de una toma de agua cercana dentro de la finca de un productor rural; es importante resaltar que la tina de concreto no tendrá renovación de agua, con la utilización de un sistema de aireación, que permitiera la oxigenación de la tina y el uso de microorganismo eficientes, como también el control de los parámetros físicos químicos antes resaltados.

El cultivo de alevines se manejó con un enfoque de bajos recursos externos, considerando en el futuro una base de datos para otras investigaciones que involucren costos y productividad; por lo tanto, se suplemento las tilapias al 45, 40, 29 y 24 % de proteínas a partir del segundo día de cultivo hasta la culminación, como factor fundamental de la buena nutrición de estos organismos y se utilizaron las bacterias Bacter DMO como tecnología Biofloc de investigación.

Se aplicó una dosis de 27 Ml. de Biofloc al inicio de la investigación, lo cual varío de 50 Ml. y 10 grs. de azúcar hasta 804 Ml con 454 grs. de azúcar. A tanteo y error en la medida que los peces iban creciendo y el nivel de turbiedad y demás desechos se incrementaban.

Se aplicaron los diversos procesos de control mediante muestreos a nivel de agua para determinar parámetros físico químicos y muestreos biométricos, sin embargo, al presentarse varianzas en los resultados que indicaban que los niveles químicos se elevaban se le aplicaba una dosis de DMO desde el primer día de cultivo.

Los controles aplicados se aplicaron cada semana, en cuanto a temperatura, turbidez, pH, oxígeno, nitrito y nitratos, considerando dentro de los parámetros establecidos para la acuicultura, (ver Tabla No. 1)

Tabla No. 1

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.

Calculo de parámetros Físico Químicos.

Para este control se utilizó el Master Test Kit, de la empresa API, FRESHWATER, donde se evaluaron los parámetros de pH; Amonia, Nitrito y Nitrato (Foto No.1).

Foto No. 1

Master Test Kid para control de Parámetros Químicos



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT

Además, se evaluó los niveles de oxígeno (O₂) con el uso de un equipo HACH Modelo FF-1A. Fish Farmer's Water Quality Test Kit Manual. En cuanto al parámetro físico de turbiedad del agua, se utilizó un Disco Secchi de 20 cm. de diámetro con dos cuadrantes negros y dos blancos intercalados.

Los registros aplicados y obtenidos se pueden observar de cada control a continuación detallados:

♦ Temperatura:

En cuanto a la temperatura, se tomó cada lectura mediante el uso de un termómetro blindado para la lectura de la temperatura, en horas de 8:00 a 10:00 a.m., colocando el termómetro dentro del agua por un período de 5 minutos. Véase foto No. 2.

Foto No. 2

Master Test Kid para control de Parámetros Químicos



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT.

♦ PH:

Para determinar el potencial de hidrogeno del agua, se estableció el uso de reactivos del Test High Range pH; de la empresa API, FRESHWATER MASTER TEST KIT. (Ver Foto No. 3), y las siguientes instrucciones de uso:

1. Llenar un tubo de ensayo limpio de 5 ml., de agua del estanque.
2. Añadir cinco (5) gotas de High Range pH Test Solution; manteniendo el frasco cuentagotas hacia abajo en posición vertical con el fin de que las gotas sean uniformes.
3. Poner el tapón sobre el tubo de ensayo y mover varias veces el tubo con el fin de mezclar la solución.
4. Leer el resultado del análisis comparando el color de la solución con la carta High Range pH Color Chart.

El tubo debe colocarse en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta.

El color más parecido indica el pH de la muestra de agua; enjuagar el tubo de ensayo con agua limpia después de cada uso.

Foto No. 3

Control y Lectura de pH.



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT

◆ Turbidez:

Se realizó introduciendo el Disco Secchi, hasta el punto que se restringe la visibilidad de los cuadrantes dentro del agua, es decir se deje de apreciar los colores de los cuadrantes dentro del agua, midiéndose así en centímetro la permeabilidad hacia en fondo del agua del estanque.

◆ Oxígeno Disponible:

Para el cálculo de este parámetro, se utilizó el Rango Alto de 1 a 20 Mg/L, se desarrollaron los siguientes pasos:

1. Sumerja la botella OD de vidrio con tapón en el agua del estanque o tina para hacer la prueba, permitir que se llene hasta la parte superior.
2. Asegúrese de que no estén presentes burbujas de aire, inclinando la botella ligeramente inserte el tapón con un empuje rápido; esto forzara el aire fuera de la muestra. Si las burbujas quedan atrapadas en los pasos 2 y 3 la muestra debe ser desechada, comenzar de nuevo la prueba.
3. Retire con cuidado el tapón de la botella, añadir el contenido del reactivo de una almohada en polvo de Oxígeno Disuelto 1 y un Oxígeno Disuelto 2. Tapar el frasco firmemente para evitar el atrapamiento del aire.
4. Sujete la botella y agite vigorosamente; un retraso en la mezcla de la solución puede resultar en que el polvo no se disuelva adecuadamente. Un floculante formará el precipitado; si e oxígeno está presente, el precipitado será marrón – naranja, la pequeña cantidad de reactivo en polvo puede permanecer en la parte inferior de la botella, esto no le hará afectar los resultados.
5. Permita que la muestra repose hasta que el floculo quede establecido en medio y la mitad de lo superior de la botella este claro.
6. Agite la botella de nuevo.
7. Permita que el floculo se establezca de nuevo.
8. Retire el tapón y agregue el contenido de una almohada en polvo de Oxígeno Disuelto 3.
9. Vuelva a colocar cuidadosamente el tapón y agite para mezclar. El floculo se disolverá y un color amarillo se desarrollará en presencia de Oxígeno; esta es la muestra preparada.
10. Rellene el tubo plástico de medida a la parte superior con la muestra preparada.
11. Verter el contenido del tubo en la botella de mezcla.
12. Añadir la solución de trisulfato de sodio, estándar una gota a la vez en el contenido de la botella después de cada caída. Cuente cada gota, continúe hasta que la muestra cambie de amarillo a incoloro.
13. Cada gota equivale a 1 mg/l. de oxígeno disuelto. Véase foto No 4.

Foto No. 4

Calculo y Lectura de Oxígeno Disuelto (OD).



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT

♦ Amonio:

La prueba de amoníaco en base a salicilatos, lee el nivel total en ppm, que son equivalentes a miligramos por litro (mg/L), de 0 ppm a 8.0 ppm (ml/L). Cuyas instrucciones de uso (Master Test Kit) son las siguientes:

1. Llenar el tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua de la tina, (hasta la marca del tubo).
2. Mantener vertical el frasco, añadir 8 gotas del frasco No. 1 de Amonia (NH₃/NH₄⁺) Test Solution.
3. Luego manteniendo vertical el frasco, añadir 8 gotas del frasco No. 2 de Amonia (NH₃/NH₄⁺) Test Solution.
4. Poner el tapón sobre el tubo de ensayo y agitar vigorosamente durante 5 segundos.
5. Esperar 5 minutos con el fin de que el color se desarrolle.
6. Leer el resultado del análisis comparando el color de la solución con la carta Ammonia Color chart. El tubo debe colocarse en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta, ver foto No 5.

El color más parecido indica la concentración en amoníaco mg/L, de la muestra de agua; enjuagar el tubo de ensayo con agua limpia después de cada uso.

Foto No. 5

Análisis de Amonio



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT.

♦ Nitrito:

El análisis de la concentración de Nitrito debe efectuarse una vez por semana de la siguiente manera (Master Test Kit):

1. Llenar el tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua de la tina, (hasta la marca del tubo).
2. Manteniendo vertical el frasco, añadir 5 gotas de Nitrito (NO₂-) Test Solution.
3. Poner el tapón sobre el tubo de ensayo y agitar durante 5 segundos.
4. Esperar 5 minutos con el fin de que el color se desarrolle.
5. Leer el resultado del análisis comparando el color de la solución con la carta Nitrite Color Chart. El tubo debe colocarse en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta, ver foto No 6.

El color más parecido indica la concentración en nitrito mg/L, de la muestra de agua; enjuagar el tubo con agua limpia después de cada uso.

Foto No. 6

Análisis de Nitrito



Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT

♦ Nitrato:

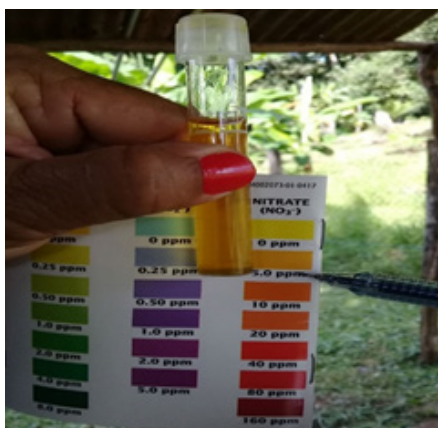
La concentración de Nitrato (NO₃-) del agua del estanque debe ser analizada una vez por semana para asegurarse que está no alcance un umbral indeseable, con los siguientes pasos (Master Test Kit):

1. Llenar un tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua del estanque (hasta la marca de tubo).
2. Añadir diez (10) gotas del frasco n° 1 del Nitrato (NO₃-) Test Solution, manteniendo el frasco cuentagotas hacia abajo en posición vertical con el fin de que las gotas sean uniformes.
3. Poner el tapón sobre el tubo de ensayo y mover varias veces el tubo con el fin de mezclar la solución.

4. Agitar vigorosamente el frasco n° 2 de nitrato (NO₃-) Test Solution durante 30 segundos, esta etapa es muy importante.
5. Añadir luego 10 gotas del frasco n° 2 de nitrato Test Solution, mantener el frasco cuentagotas hacia abajo en posición vertical con el fin de que las gotas sean uniformes.
6. Poner el tapón sobre el tubo de ensayo y agitar vigorosamente durante un (1) minuto, esta etapa es muy importante.
7. Esperar 5 minutos con el fin de que el color se desarrolle.
8. Leer el resultado del análisis comparando el color de la solución de la carta Nitrato Color Chart, ver foto no. 6. El tubo debe colocarse en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta; el color más parecido indica la concentración en nitrato en mg/L de la muestra de agua, enjuagar el tubo de ensayo con agua limpia después de cada uso.

Foto No. 7

Análisis de Nitrato.



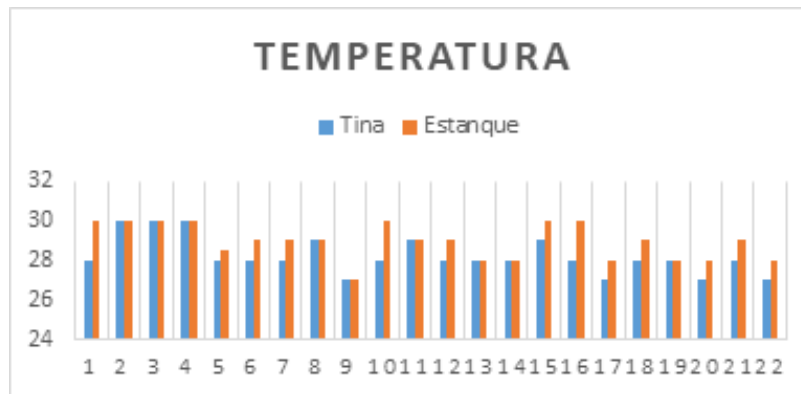
Fuente: A. Gómez. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el análisis combinado de los parámetros Físico - Químico del agua con el uso de Microorganismos Eficientes, los cuales eran agregados diariamente en horas de la mañana, durante cinco meses de controles, se observaron diferencias estadísticas que conllevan el resultado del tratamiento de estas aguas con Biofloc, reflejados en los siguientes resultados:

- ♦ Temperatura se tomaron veintidós muestras en la tina de estudio y estanque de testigo, donde se pudo constatar los siguientes datos (Ver gráfico 1).

Gráfica No. 1

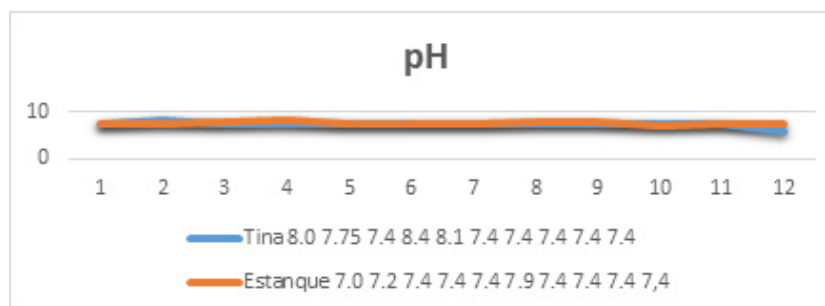


Fuente: Gómez, A. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT – ABP

Esto evidencia pocos cambios en la temperatura de ambos medios controlados, considerando que el promedio de la temperatura en todo el estudio se estimó en 28.23 °C de la tina y 28.93 °C en el estanque, con un mínimo de 27 °C y una temperatura máxima de 30 °C en ambos. Deduciendo que no hubo cambios significativos con aplicación de ME y sin ME, por esta razón consideramos que este parámetro está dentro del rango permisible como adecuado para la explotación acuícola, como indican algunos autores previamente expuesto anteriormente.

- Ph: Parámetro de gran importancia en la actividad acuícola, por lo tanto, se establecieron los veintidós controles, donde se constató los datos a continuación establecidos en la gráfica No. 2.

Grafica No. 2
Controles del pH.



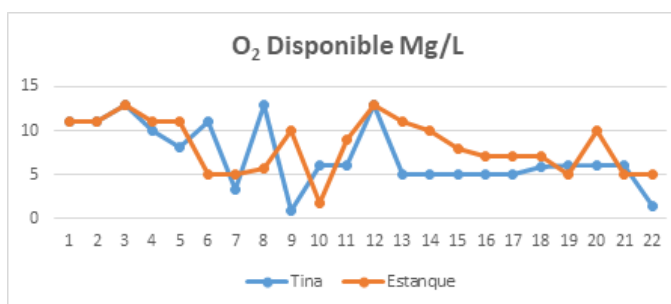
Fuente: Gómez, A. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT – ABP

Se observa una mayor homogeneidad en la tina con el uso del biofloc, que en el estanque el cual presento una pequeñas variaciones del Ph, esto puede ser debido a la mayor presencia

de estiércol y restos de alimentos en el estanque, sin embargo en la tina se pudo obtener un pH máximo de 8.0 y hasta un pH mínimo de 5.8, en el estanque también se presentó un máximo de pH 8.0 y un mínimo de 7.0, hay que considerar que esto se presenta en la medida que los peces van creciendo, hay mayor consumo de alimento, donde la presencia de amoníaco y demás componentes químicos formados por procesos de la nitrificación del medio, alteran este factor, sin embargo, se promedió en la tina y el estanque un pH de 7.5 para cada uno, considerándose un rango permisible en la ceba de tilapias.

- **Turbidez del Agua:** Los controles puntúan que la tina promedio tuvo 22.73 cm de transparencia y el estanque promedio 58.2 cm de transparencia, posiblemente la diferencia es el recambio de agua que se implementa en el estanque, esta situación requiere mayor ampliación de estudio en cuanto a la sostenibilidad de parte del biofloc con respecto a los parámetros químicos, considerando que se presentó un caso en plena investigación, a los 64 días de cultivo, mueren 250 peces, los parámetros del agua eran 13 mg/L de Oxígeno disuelto, Amoníaco 0.5; Nitrito 1.0; Nitrito 5.0 y transparencia de 12 cm. Este nivel de turbiedad no se volvió a registrar en el proceso, por tal razón sugerimos que se profundice en este aspecto, es evidente que el exceso de turbiedad altera el ecosistema, con un elevado nivel de oxígeno, provocando resultados negativos.
- **Oxígeno:** este componente químico de los más importantes para la supervivencia de los peces, resaltamos los controles tomados en campo ver gráfica No. 3. Que la presencia de oxígeno disuelto fue bastante variable principalmente en la tina, en cambio más homogénea en el estanque.

Gráfica No. 3



Fuente: Gómez, A. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT – ABP

Observamos que tanto la tina y el estanque el punto máximo de oxígeno disponible fue de 13 mg/L de agua, en cambio el mínimo de oxígeno que se registró fue de 0.82 mg/L en la tina y de

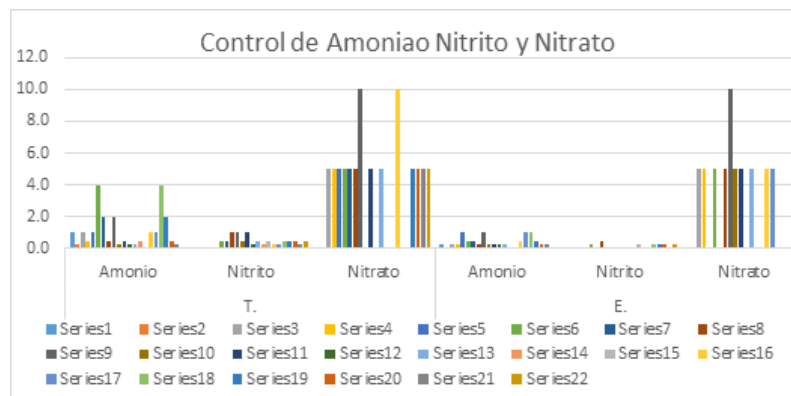
1.76 mg/L en el estanque, promediándose de manera general 7.11 mg/L en la tina y 8.25 mg/L en el estanque.

Situación que podemos deducirla por diferentes razones, en el estanque hay recambio de agua constante y promueve una oxigenación mayor hasta en los días nublados y donde hay poca presencia del sol, esto promueve la baja del oxígeno en el agua, en la tina, sin embargo, aunque se trabajó con un oxigenador artificial (blower) y la adición de ME. la disponibilidad del oxígeno fue menor.

Estas diferencias podrían suceder por crecimiento de los peces es continuo y demandan mayor cantidad de alimento, intensificando la cantidad de material orgánico residual. Estas situaciones no podemos concluirlos como precisas hasta el momento y deben ser más profundizadas para tener mejor elemento de juicios, pero en general se puede decir que el promedio de la oxigenación tanto de la tina como del estanque fueron aceptables.

Amonio, Nitrito y Nitrato: Como lo hemos señalado anteriormente este gas es originado, por la descomposición del amoníaco, generados por el exceso de residuos de alimento y heces entre otros elementos orgánicos que se presentan en el agua de un estanque o tina y este mediante la nitrificación se convierte en Nitrito y nitrato, por lo que se obtuvieron datos interesantes en el grafico No. 4 que se detalla a continuación.

Grafica No. 4



Fuente: Gómez, A. (2018). Inv. Uso de ME en cultivos de tilapia. UMECIT – ABP

En la tina se comprobó la presencia del amonio en su máximo nivel de 4.0 ppm y un mínimo de 0 ppm, en cambio en el estanque el máximo nivel fue de 1.0 ppm. Calculándose un promedio de amonio para la tina de 1.0 ppm y 0.39 ppm en el estanque, sin embargo, la teoría indica que el

rango permisible es de 0.1 ppm o mg/L.

En cuanto al nitrito, este mantuvo mayor nivel en la tina con un máximo del nivel de 1.0 ppm y en el estanque en donde se observó menor concentración de nitrito en 0.5 ppm, en su más alto nivel. Se promedió los niveles de nitritos para la tina en 0.39 ppm y para el estanque en 0.09 ppm, en este caso comparado con el nivel permisible de 0.1 ppm o mg/L., por lo tanto, es mejor el nivel del estanque que en la tina.

La presencia de Nitrato fue el de mayor proporción durante la investigación, sin embargo, tanto en la tina como el testigo el mayor nivel de presencia fue de 10 ppm, considerando como promedio para la tina 3.6 ppm y el estanque 2.5 ppm, de nitrato en todo el período, esto indica que el nivel de nitrato en la tina y en el estanque no es tan permisible, como lo indica la teoría que establece un rango de 1.5 a 2.0 ppm o mg/L.

Estos resultados como experiencia en el cultivo de tilapias, se pueden considerar como una nueva base de datos cuantitativos, que pueden servir de marco referencial para otras futuras investigaciones y poder determinar ampliamente si los Microorganismos Eficientes pueden mantener mejores indicadores de los parámetros aquí estudiados.

Es muy importante resaltar que el estudio demuestra un significativo desarrollo de las tilapias, donde esta variable no fue parte esencial de la investigación, sin embargo, los datos tomados como simple referencia estimaron una ganancia de peso con conversión de 1.20 gramos de peso ganado diario, esto indica que los peces respondieron muy significativamente en este método productivo con Biofloc, lo que sería recomendable realizar más estudios y poder resaltar el nivel de mejora nutricional que incentiva los microorganismos eficientes, donde se logró en un lapso de 5 meses obtener peso al final de la cosecha de 350 gramos en promedio por tilapia.

CONCLUSIONES

- La actividad acuícola en el presente como en el pasado requiere para su ejecución la entrada constante de agua y suplemento nutricionales para el crecimiento de los peces, sin embargo, bajo este sistema con la aplicación de Biotecnologías podría desarrollarse en zonas rurales con poco uso recurso hídrico.
- No se observaron enfermedades, sólo es importante tener un sistema de oxigenación y aplicación correcta de Biofloc diario.
- Se debe aplicar controles semanales de los factores físico químicos, considerando el mantener los niveles óptimos permisibles durante la ceba de tilapias.

- Bajo este sistema se puede obtener desarrollos apropiados de los peces, por lo cual es necesario adecuar otros estudios que permitan mayor información de las aportaciones de los Microorganismos Eficientes en la nutrición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Jorge, I. (2005). Guía Técnica de Acuicultura Rural, Manual para la instalación y manejo de proyectos acuícolas. MIDA, Panamá. Pp (1, 41-45).
- Avnimelech, Y. (2015). Bioflocs Tehcnology- A Practical Guide Book, 3rd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. United States.
- Enunciado de exposición de japonés sobre los Microorganismos eficientes. (2010). Recuperado de: <https://www.tunuevainformacion.com/salud-integral/1069-el-dr-teruohiga-y-el-milagro-de-los-microorganismos-eficientes-que-regeneran-nuestra-salud.html>
- FAO. (2019). Papel de la FAO en la acuicultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- Ibáñez, J. (2021). Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM) y Rehabilitación de Suelos | Un Universo invisible bajo nuestros pies. Retrieved 17 August 2021, from <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>
- 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.