



Tecnología del biofloc en un cultivo de mojarra roja (*Oreochromis sp.*) en la etapa de levante



Silvia Cristina Quintero, Mayerly Andrea Tolosa Silva¹
Zootecnista MSc. Olga Ximena Aguilar Galvis²

¹Estudiantes del programa de Zootecnia Universidad Libre Seccional Socorro
silviakintero_24@hotmail.com, mayerlytolosaa@hotmail.com

²Director Proyecto. Docente Zootecnia
Universidad Libre Seccional Socorro olga.aguilar@mail.unilibresoc.edu.co

Recepción Artículo: Artículo: Junio 17 de 2013. Aceptación 22 de julio de 2013

INNOVANDO EN LA U ISSN 2216 - 1236

RESUMEN

La tecnología del Biofloc (BFT) se creó a partir de la problemática ambiental que hoy día causan las pisciculturas intensivas, actividad que está en constante crecimiento y requiere una maximización de los recursos (agua y suelo); este sistema del "Biofloc" busca solucionar los problemas de contaminación del agua y así mejorar el

Fotografía 1. Estanque en geo membrana donde se implementó la tecnología Biofloc



aprovechamiento de los recursos hídricos, además de reciclar los nutrientes encontrados en el agua, mediante una comunidad de bacterias heterótrofas. El propósito fue evaluar la eficiencia del biofloc sobre el rendimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp.*) en la etapa de levante, y sobre los parámetros físico-químicos del agua, esto se realizó en el municipio de Pinchote (Santander) en la finca Estación Piscícola La Granja; se tuvieron en cuenta dos tratamientos Control (T1) y Biofloc (T2), se utilizaron dos (2) estanques en geo membrana bajo un invernadero tipo domo, de nueve (9) metros de diámetro cada uno y 8000 peces por cada estanque de 0.5 gr de peso inicial, el T1. Se presentó recambio de agua, cero aireación, y el T2. Contaba con Aireador tipo Blower eléctrico de 1 Hp con el fin de mantener los

sólidos en suspensión y suministrar aire. Los peces se alimentaron a saciedad con alimento comercial mojarra con un nivel de 45% proteína. Los parámetros de calidad del agua como: oxígeno disuelto (O.D), temperatura y pH se midieron cada tres (3) días; y en cuanto a nitritos, nitratos, alcalinidad y dureza se evaluaron en el laboratorio de aguas y microbiología de la Universidad Libre. Se encontró que los peces del T2. Obtuvieron un 24% más de rendimiento en cuanto a peso y longitud corporal que el T1. En cuanto a parámetros físico químicos del agua se encontró diferencia significativa en el O.D del T2, respecto al T1. Se concluyó que la tecnología del biofloc tiene un futuro muy promisorio en la acuicultura, además de que constituye una forma de lograr disminuir los costos de alimentación en las pisciculturas intensivas.

Palabras claves:

Alimento, flocs, parámetros, proteína, recambios.

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Descripción del problema

Para poder aumentar su producción, la acuicultura requiere resolver diversos problemas que son inherentes a su actividad, como es incrementar áreas para sus instalaciones, conducción del agua, construcción de estanques y drenajes para el desalojo de las aguas residuales, etc. En cualquier empresa de acuicultura intensiva el mayor costo en la producción es la alimentación, con la desventaja de que un 60% del alimento que se suministra no es aprovechado por los organismos, causando que compuestos como fósforo, carbono y nitrógeno, entre otros, permanezcan en el agua como materia suspendida o como químicos disueltos, o son expulsados del sistema mediante la gasificación o el recambio del agua, contaminando otros cuerpos de agua y suelos cercanos, ocasionando pérdidas económicas a los productores (Gutierrez-Wing y Malone, 2006).

I.2 Pregunta problema

¿Implementar la tecnología de Biofloc mejoraría el desempeño productivo de la mojarra roja en la etapa de levante?

I.3 Justificación

Una de las alternativas para disminuir los daños ambientales ocasionados por la acuicultura y optimizar sus producciones es el uso del sistema "biofloc" (BFT término en inglés), y se trata de una propuesta desarrollada en la década de los 70, basada en comunidades microbianas que ayudan a minimizar o evitar los recambios de agua y además producir, como beneficio adicional, proteína microbiana que puede ser utilizada como alimento (Avnimelech, 2009).

I.4 Antecedentes

Las consideraciones importantes para el diseño y operación de un sistema de crecimiento fotosintético (Biofloc) en suspensión incluyen el efecto de la temperatura, la aireación y el mezclado, la cantidad y calidad de la materia orgánica agregada y los niveles

de tolerancia de los peces a la calidad del agua. Temperaturas tropicales (27–28°C) son ideales para mantener una alta concentración de bacterias suspendidas en la columna de agua (Hargreaves, 2006).

I.5 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la tecnología del Biofloc aplicada a un cultivo de Mojarra Roja (*Oreochromis sp.*) en la etapa de levante.

I.6 Objetivos específicos

- Observar y analizar los cambios físico-químicos del agua (Oxígeno disuelto, pH, temperatura, volumen del Floc, nitrógeno inorgánico disuelto)
- Evaluar el crecimiento, supervivencia y conversión alimenticia de los peces de los dos (2) tratamientos.
- Caracterizar los microorganismos presentes en el Bfloc.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Experimental, ya que se manejaron los tratamientos bajo las mismas condiciones buscando que el efecto sobre las variables respuesta se efecto de la tecnología (redacción incomprensible) biofloc el cual fue corroborado con un grupo de animales control.

2.2 Localización

El proyecto se realizó en el municipio de Pinchote (Santander), vereda Granja el Cucharó, finca estación Piscícola La Granja, parcela no. 31, ubicada a 3 km de la vía principal San Gil – Socorro, con una extensión total de cuatro (4) ha, a una altura sobre el nivel del mar de 900 m, y una temperatura entre 30-33°C.

I.3 Población y muestra

La población fue de 8000 peces por estanque y una muestra de 210 peces con cuatro submuestras. Para el análisis de datos se empleó una prueba t student

para comparación de medias.

2.4 Técnicas e instrumentos

Se emplearon dos (2) estanques (uno por tratamiento) en geo membrana de nueve (9) metros de diámetro, lona PVC con una profundidad de 1.20 metros con tubos de salida de desagüe de seis (6) pulgadas. Cada uno de los estanques fue llenado a una altura de 0.80m con un volumen de agua de 720 m. Uno de ellos con la tecnología biofloc (T2. Biofloc (Figura 1) fue habilitado con un aireador tipo Blower eléctrico de 1 Hp con salida de dos (2) pulgadas, bajantes para aireación en tubería PVC de dos (2) pulgadas de baja presión bajo un invernadero tipo domo con el fin de mantener la temperatura del agua estable. Y el otro control (T1. Control) sin aireación y con recambios de agua necesarios, además del Sifoneo. Su alimentación es basada en concentrado comercial Mojarra con un 45% de proteína y la frecuencia de suministro de alimento para T2 fue menor (4-5 veces al día) que en el T1 (6-8 veces al día).

2.5 Variables por evaluar

Factores físico-químicos del Agua: Se tuvieron en cuenta Oxígeno Disuelto (O.D), pH, temperatura y se realizó la toma a partir del primer día de siembra de los peces y posteriormente cada tres (3) días; una medición se realizó en las horas de la mañana (6:00-9:00 am) y la otra a las 4:00 pm. Los equipos que se utilizaron para tal fin son: Medidor de

pH/Temperatura EcoSense pH10A, Oxígeno Disuelto EcoSense DO200 YSI, en cuanto a la medición del Nitrógeno Inorgánico Disuelto se tomaron las muestras cada 30 días, utilizando el equipo de Exact Eco-CheckAquaticEco.

Las mediciones Biométricas de los peces se realizaron cada mes tomando una muestra aleatoria al azar, calculando el peso y la longitud corporal alcanzada (desde la cabeza hasta el pedúnculo caudal), además de la conversión alimenticia y supervivencia.

La conversión alimenticia y la sobrevivencia fueron evaluadas mediante las siguientes fórmulas respectivamente:

Conversión alimenticia:

FCA = alimento consumido/ ganancia de peso

Fotografía 3. Toma de Parámetros Físico-químicos del agua (O.D)



Fotografía 2. Captura de peces para realizar las biometrías



Fotografía 4. Medición de pH



Sobrevivencia:

Sobrevivencia = (número de peces al final x 100)/número de peces al inicio.

El volumen del Floc se realizó mediante la prueba de sólidos sedimentables totales en los conos de precipitación de Imhoff (Eaton et al, 1995), en cuanto a alcalinidad, dureza, nitritos y nitratos se realizaron las medidas en el laboratorio de aguas de la Universidad Libre seccional Socorro.

Tabla 1. Calidad de agua óptima para el cultivo de Mojarra Roja (*Oreochromis sp*)

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
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5-2.0 mg/l

Fuente: (Saavedra, 2006)

3 RESULTADOS

3.1 Calidad del agua

Los parámetros de calidad de agua pH y temperatura se mantuvieron en rangos aceptables para el cultivo de mojarra roja en ambos tratamientos (Tabla 2); no se encontraron diferencias entre el control y el biofloc. En cuanto a O.D se presentó una diferencia significativa en la toma de las 4 a. m. (Tabla 2).

Las concentraciones de nitritos y nitratos (Tabla 3), se encontraban en el rango óptimos: nitritos (0.1 mg/L), nitratos (1.5–2.0 mg/L) para la producción de mojarra roja.

En el T1 o control se observó una tendencia a ser menos alcalino que el T2, tal vez por los recambios de agua realizados a este estanque. En cuanto a los niveles elevados de dureza del T2, es probablemente debido a la acumulación de calcio proveniente del alimento suministrado, el cual contiene entre sus ingredientes carbonato y fosfato de calcio.

Tabla 2. Parámetros de calidad de agua (pH, Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura)

Tratamientos	pH 4:00 am	pH 4:00 pm	O.D* (ppm) 4:00 am	O.D* (ppm) 4:00 pm	T°C 4:00 am	T°C 4:00 pm
T 1. Control	8,3	8,4	5,2	9,9	26,0	31,5
T 2. Biofloc	8,4	8,5	5,9	9,2	25,9	31,6
Desviación Estándar	0,281	0,472	0,538	2,252	0,978	1,174
Probabilidad	0,300	0,657	0,0006	0,345	0,560	0,801

Tabla 3. Parámetros físico-químicos del agua en los dos tratamientos

Parámetros	T1. Control	T2. Biofloc
Alcalinidad total	51.41 mg/L de CaCO ₃	76.85 mg/L de CaCO ₃
Dureza total	118 mg/L CaCO ₃	125 mg/L CaCO ₃
Sólidos Sedimentables	0.2 ml/L	4 ml/L
Nitratos	< 0.05 mg/L	< 0.05 mg/L
Nitritos	0.021 mg/L	0.028 mg/L
Turbiedad	105 unidades nefronométricas	177 unidades nefronométricas

Los sólidos sedimentables totales en el T1 se mantuvieron en un nivel de 0.2 ml/L, en el T2 hubo un mayor desarrollo de Biofloc presentando un volumen de 4 ml/L. Esto debido a que el tratamiento dos (2) con el biofloc tenía un sistema de aireación que permitía que toda la materia orgánica se mantuviera en suspensión por toda la columna de agua, y de esta manera los microorganismos podían transformar estos compuestos en material celular. Por el contrario, al tratamiento control se le realizaba Sifoneo y recambio de agua cada vez que había bajas de oxígeno en el agua, un síntoma de esto es que en algunos casos, los peces se observaban boqueando en la superficie del agua; es por esto que las

comunidades bacterianas no se logran desarrollar en estos sistemas.

3.2 Parámetros de producción

Se observaron diferencias significativas en los parámetros de producción, entre los peces cultivados en T1 y los peces en el T2 (Tabla 4). Se determinó que el T2 (Biofloc) tuvo un 15.7% más de ganancia de peso respecto al T1 (Control); en cuanto a la relación de conversión alimenticia, el T2 obtuvo mayores rendimientos con una conversión de 1.7, lo que indica que el pez consumió 1.7 gr de alimento para producir 1 gramo de peso.

Fotografía 5. Volumen del Floc



Fotografía 6. Pesaje de peces



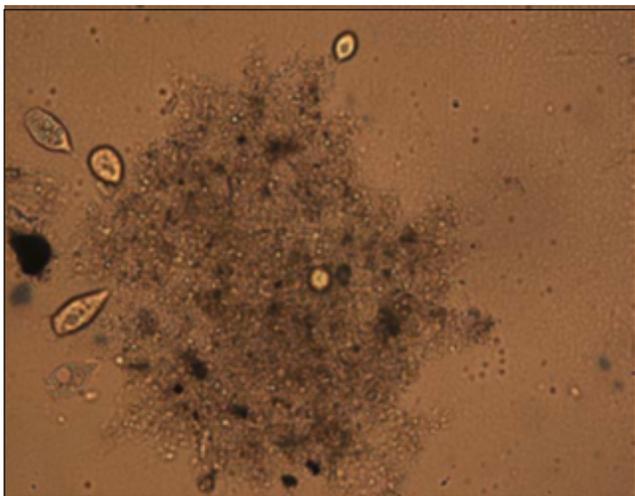
Tabla 4. Parámetros de producción de Mojarra roja (*Oreochromis sp.*)

Parámetros	T1. Control	T2. Biofloc	Probabilidad
No. Peces Inicial	8000	8000	-
No. Peces Final	7650	7892	-
Peso Inicial	0.5 g±0.007	0.5 g±0.007	0.496
Peso Final	2.3 g±0.05	2.66 g±0.06	0,006
Conversión alimenticia	2.1	1.7	-
Sobrevivencia (%)	95.6	98.6	-
Volumen del Floc	0.1 ml/l	4 ml/l	-
Ganancia diaria pez (g/pez)	0.022 g/día	0.027 g/día	-
Longitud del pez (cm/ pez)	3.8	4.2	0.0002

Cultivada por 11 semanas, en dos (2) tanques de geo membrana de nueve (9) m de diámetro, en T1 Control y T2 Biofloc.

Durante el transcurso de la investigación, debido a la época de estiaje y consecuentemente, a la falta de recurso hídrico para realizar los recambios de agua de los demás estanques presentes en la finca, se hizo necesario proveer aireación para todos los estanques a determinadas horas del día, lo cual ocasionó un recargo en el costo de energía, por lo tanto, durante 12 días en el T2 se disminuyó la aireación a 12 horas diarias (noche); además la frecuencia en el suministro de alimentación se redujo a 1 vez al día en ambos tratamientos, ya que al no haber agua suficiente para realizar los recambios necesarios, una acumulación de alimento no ingerido ocasionaría un

Fotografía 7. Biofloc al microscopio (40x)



Fotografía 8. Protozoo ciliado observado en Biofloc T2



desarrollo de complejos nitrogenados de la descomposición aeróbica de la materia orgánica y de la nitrificación (Muñoz, 2012). Por consiguiente, la tasa de crecimiento diaria esperada en esta especie que debería ser de 1-2gr/día (Saavedra, 2006) no generó los resultados esperados hasta el momento en cuanto a ganancia de peso, pero si se presentó una diferencia entre tratamientos.

En cuanto a la sobrevivencia, hubo un menor porcentaje en el T1 (96%), debido a que en la etapa inicial (3 semanas) de la investigación, el T1 se encontraba en un estanque de geo membrana de nueve (9) m de diámetro al aire libre, posteriormente fue trasladado a un estanque en las mismas condiciones bajo un invernadero tipo domo, lo que ocasionó un incremento de la mortalidad en este tratamiento (Tabla 1).

3.3 Caracterización de los microorganismos presentes en el Biofloc

Se realizó la observación del biofloc en el microscopio a diferentes aumentos, y se procedió a comparar los microorganismos vistos con la literatura existente acerca de la composición de los bioflocs y se encontró la predominancia de microalgas y gran cantidad de protozoarios.

4. DISCUSIÓN

El factor limitante más importante cuando se quiere aumentar la densidad de un cultivo, es la concentración de oxígeno disuelto disponible para los peces. Es por esto que en los sistemas con Biofloc, la aireación es esencial para mantener los niveles de oxígeno disuelto requeridos por los peces y por las bacterias, las cuales se encargan de la eliminación de los complejos nitrogenados de la descomposición aeróbica de la materia orgánica y de la nitrificación. La aireación también ayuda a mantener los sólidos en suspensión que disminuyen las posibilidades de formación de zonas de descomposición anaeróbicas (Poleo et al, 2011).

La disminución de los niveles de O.D en el T1 se debió posiblemente a que este tratamiento no contaba con aireación, en comparación con el T2. En los sistemas de producción con fuerte aireación, las

concentraciones de oxígeno disuelto son más estables durante todo el día que en los sistemas semi-intensivos, en los cuales se pueden observar niveles de O.D hasta 20 mg L⁻¹ durante la tarde, y 2 mg L⁻¹ durante la mañana, dependiendo de la concentración de fitoplancton que tengan las lagunas (Boyd, 1990). La estabilidad en la concentración de OD puede resultar en mejores tasas de crecimiento (Boyd y Clay, 2002).

En cuanto a los valores de nitratos y nitritos, concentraciones de 0,28 mg/L ya comienzan a ser letales para esta especie. Sin embargo, la toxicidad del amonio o de los nitritos varía con la especie, el tamaño y la composición iónica del agua. Por ejemplo, las tilapias comienzan a morir cuando las concentraciones de amonio no ionizado (NH₃-N) alcanzan valores de 2 mg/L y las concentraciones de nitritos (NO₂-N) sobrepasan los 5 mg/L (Rakocy, 1989). Por lo tanto, en esta investigación los niveles se mantuvieron en un nivel óptimo.

En este trabajo no se obtuvo el paso de un sistema dominado por el fitoplancton (fotosintético) a uno dominado por bacterias (heterotrófico), ya que la coloración del agua se mantuvo siempre en un color verde, indicando la predominancia de comunidades autotróficas; lo ideal en sistemas de biofloc es conseguir una coloración del agua marrón oscura (Bacterias heterotróficas). Una ventaja de los sistemas heterotróficos sobre los fotosintéticos es que la inmovilización del nitrógeno por parte de las bacterias heterotróficas, ocurre mucho más rápido que en la nitrificación, debido a que la tasa de crecimiento y la biomasa microbiana es mucho mayor que la de las bacterias nitrificantes o la del fitoplancton (Hargreaves, 2006; De Schryver et al., 2008). Sin embargo, para lograr el establecimiento de las bacterias heterótrofas en los bioflóculos es necesario ajustar la relación carbono/nitrógeno (C: N) en el cuerpo de agua, ya que se requieren cerca de 20 unidades de carbono para asimilar una unidad de nitrógeno, esto se logra adicionando alimento de baja proteína y un carbohidrato, como por ejemplo la melaza, en cantidad suficiente (Avnimelech, 1999a; Emerenciano, com per, 2011). Al adecuar esta tasa, las bacterias que crecen en el microsistema comienzan a usar compuestos que pueden ser tóxicos para el cultivo como carbono orgánico, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos y fosfatos

como fuente de energía, oxidándolos en formas químicas y haciéndolos aprovechables por las algas, hongos, otras bacterias y organismos filtradores (Avnimelech, 1999a; Avnimelech, 2007).

El nitrógeno no consumido por los organismos del cultivo puede ser utilizado para producir proteína microbiana, en lugar de generar componentes tóxicos, lo que ayuda también a controlar el nitrógeno inorgánico tóxico, los residuos de alimento, así como los restantes de la producción del fitoplancton que también serán convertidos en componentes más simples (Avnimelech, 1999b). Se debe tener en cuenta que este proceso reduce la cantidad de oxígeno disuelto disponible para los organismos, por lo que es muy importante que exista una concentración adecuada de este elemento en el agua (Abarzúa et al, 1995; Avnimelech, 1999a; Mc Graw, 2003).

La temperatura del agua es una variable importante en el cultivo de peces y está directamente relacionada con los procesos fisiológicos como la tasa de respiración, eficiencia en la alimentación y asimilación, crecimiento, comportamiento y reproducción (Timmons et al, 2008). Cada especie de pez tiene un rango de temperatura óptima en el cual se favorece su crecimiento. La mojarra roja es considerada un pez de aguas cálidas que alcanza su máximo desarrollo en temperaturas entre los 28 y 31°C (Saavedra, 2006).

El volumen del Biofloc en el T2 fue de 4 ml/L; el nivel ideal de la proliferación de las colonias bacterianas y microorganismos genera un aumento en la biomasa de flóculos, este incremento debe tener una densidad entre 10 y 15 ml/L para mantener el buen funcionamiento de los sistemas. El excedente puede ser aprovechado como fuente de proteínas para los organismos, a veces de manera directa y otras en forma de harina o piensos (Avnimelech, 1999a; De Schiveret al., 2008; Emerenciano com per, 2011).

En cuanto a los microorganismos presentes en el biofloc se encuentra que la composición básica de estos es: Los sólidos:

- Sólidos: partículas inorgánicas y orgánicas.
- Bacterias y hongos: Heterotróficas y quimio autótrofas.
- Algas: foto autótrofas y heterotróficas.
- Micro-organismos: protozoarios (amibas, ciliados), nematodos, zooplancton.

La composición de los bioflocs es de vital importancia en estos sistemas, ya que se requiere un balance adecuado de cada uno de estos microorganismos, pues de estos depende la transformación de los metabolitos tóxicos (que se crean en el agua a partir de varios factores como la acumulación de alimento no ingerido), a compuestos de menor toxicidad para los peces (amonio-Nitrito-Nitrato). Una coloración del agua marrón verdosa nos indica la predominancia de bacterias heterotróficas.

5. CONCLUSIONES

Al implementar la tecnología del Biofloc, los parámetros físico-químicos como temperatura y pH no se ven afectados significativamente, por lo tanto, no se ven afectados en comparación con los rangos normales de producción tradicional de mojarra roja; en cuanto al oxígeno disuelto, no se presenta diferencia significativa para las horas de la tarde,

mientras en las horas de la mañana se observa un aumento significativo en el tratamiento de Biofloc, el cual se debe al uso de aireadores.

En cuanto a los parámetros productivos, se observó que el tratamiento de Biofloc generó peces con mayor peso final y tamaño, además de obtener la mejor conversión, en el que se encontró diferencia significativa en comparación con el tratamiento control, lo que demuestra una eficiencia al aplicar este tipo de tecnologías en la piscicultura.

En esta investigación no se logró cumplir a cabalidad con la caracterización de los microorganismos presentes en el biofloc, sin embargo se realizaron observaciones al microscopio y se identificaron algunas especies.

6. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda disminuir la densidad de peces, ya que esta variable influye significativamente en los rendimientos productivos.

Sería conveniente ajustar la ración C/N para mejorar el paso de comunidades bacterianas autótrofas a heterotróficas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avnimelech Y. 1999a. Biofloc technology-A practical guide book. The world aquaculture society. Baton Rouge, United States.

Avnimelech Y. 1999b. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. Aquaculture 176: 227-235.

Avnimelech Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. Aquaculture 264: 140-147.

Arbazúa M, Basualto S, Urrutia H. 1995. Relación entre la abundancia y biomasa de fitoplancton y bacterioplancton heterotrófico en aguas superficiales del Golfo de Arauco, Chile. Investigaciones Marinas Valparaíso.

Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Birmingham: Auburn University, Alabama, 482p.

Boyd, C.E. y Clay, J. 2002 Evaluation of Belize aquaculture, Ltd.: a superintensive shrimp aquaculture system. Rome: FAO, 17p.

De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, Boon N, Verstraete W. 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture 277: 125-137.

Eaton, A.D., Cleserci, L.S., Greenberg, A.E. (Eds.), 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 10th edition. Amer. Pub. Health Assoc., Washington D.C.

Ebeling, J.M.; Timmons, M.B. (2008). Carbon: nitrogen balance impacts nitrogen removal processes in microbial-based aquaculture systems. *Global Aquaculture Advocate*.

Emerenciano M, Ballester E, Cavalli R, Wasielesky W. 2011. Biofloc technology application as a food resource in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture research* 1-11.

Gutierrez- Wing M. y Malone R. 2006. Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquacultural Engineering* 34: 163-171.

Hargreaves JA. (2006). Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture REvista* 166: 181-212.

McGraw W. 2003. Utilización de bacterias heterotróficas y autotróficas en la acuicultura. *Boletines nicovita*. Enero-Marzo: 1-3.

Poleo, Aranbarrio, Mendoza & Romero, (2011) Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. Estado Lara, Venezuela.

Rakocy, J.E. Tank culture of tilapia. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 1989.

Saavedra, M. A. (2006).- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.