

Sistemas biofloc: un avance tecnológico en acuicultura.

¹Castro-Nieto, LM*, ²Castro-Barrera, T, ²De Lara-Andrade, R, ²Castro-Mejía, J,
²Castro-Mejía, G.

¹ Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. Maestría en Ciencias Agropecuarias. Calzada del hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán. C.P. 04960. D.F. México. Tel: 5483-7151. Email: liovac@hotmail.com.

² Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. Departamento el Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Alimento Vivo.

*liovac@hotmail.com

RESUMEN

La acuicultura es una actividad en constante crecimiento que requiere una maximización de los recursos y espacios en los que se lleva al cabo, razones por las cuales se han desarrollado diversas tecnologías que buscan solucionar las principales problemáticas observadas en las granjas de producción. Una de estas tecnologías de reciente creación, es el sistema “Biofloc”, el cual busca solucionar los problemas de contaminación del agua y así mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, además de reciclar los nutrientes encontrados en el agua, mediante una comunidad de bacterias heterótrofas. Este sistema ha permitido a las granjas de producción que lo han establecido que se disminuya y en algunos casos elimine el recambio de agua, además de proveer un valor agregado gracias a los productos resultantes del metabolismo microbiano.

Palabras clave: Biofloculos, acuicultura, bacterias heterótrofas, control microbiano.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura para poder aumentar su producción 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. La introducción de especies exóticas ha ocasionado un riesgo porque se provoca, la transmisión de nuevos agentes microbianos y enfermedades, a los organismos locales (De Schryver *et al.*, 2008; Emerenciano *et al.*, 2011; FAO, 2010).

En cualquier empresa de acuicultura intensiva el mayor costo en la producción es la alimentación, con la desventaja 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).

Una de las alternativas para disminuir los daños ambientales ocasionados por la acuicultura y optimar 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, 2009a).

SISTEMA BIOFLOC

El sistema “biofloc” fue desarrollado bajo el mismo principio que tienen las plantas de tratamiento de aguas negras convencionales, en las que 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 las cadenas alimenticias (Avnimelech y Kochba, 2009).

En la acuicultura, el sistema “biofloc” actúa como una trampa para la retención de nutrientes en los estanques, lo que disminuye los costos de mantenimiento de los mismos ya que sirve como complemento alimenticio de los organismos comerciales en cultivo, dándole valor agregado a las producciones, al mejorar las tasas de aprovechamiento de los alimentos (Azim y Little, 2008).

El término “biofloc” o bioflóculo (en español) se aplica a un compuesto constituido por un 60 a 70% de materia orgánica, la cual incluye una mezcla heterogénea de microorganismos (hongos, algas, bacterias, protozoarios, y rotíferos) y de 30 a 40% de materia inorgánica como coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas. Pueden alcanzar un tamaño de hasta 1000 μm , son de forma irregular, altamente porosos y permeables a los fluidos (Chu y Lee 2004) (Fig. 1).

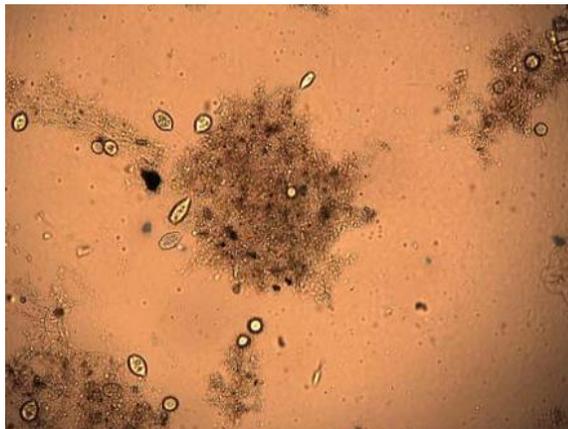


Figura 1. Composición de un “biofloc”
(Ray et al., 2010a).

Para adaptar el sistema “biofloc” es necesario que el estanque posea alguna cubierta que evite la acumulación de sólidos en el fondo, que se añadan fuentes de carbono que estimulen el crecimiento de las bacterias heterótrofas y que se

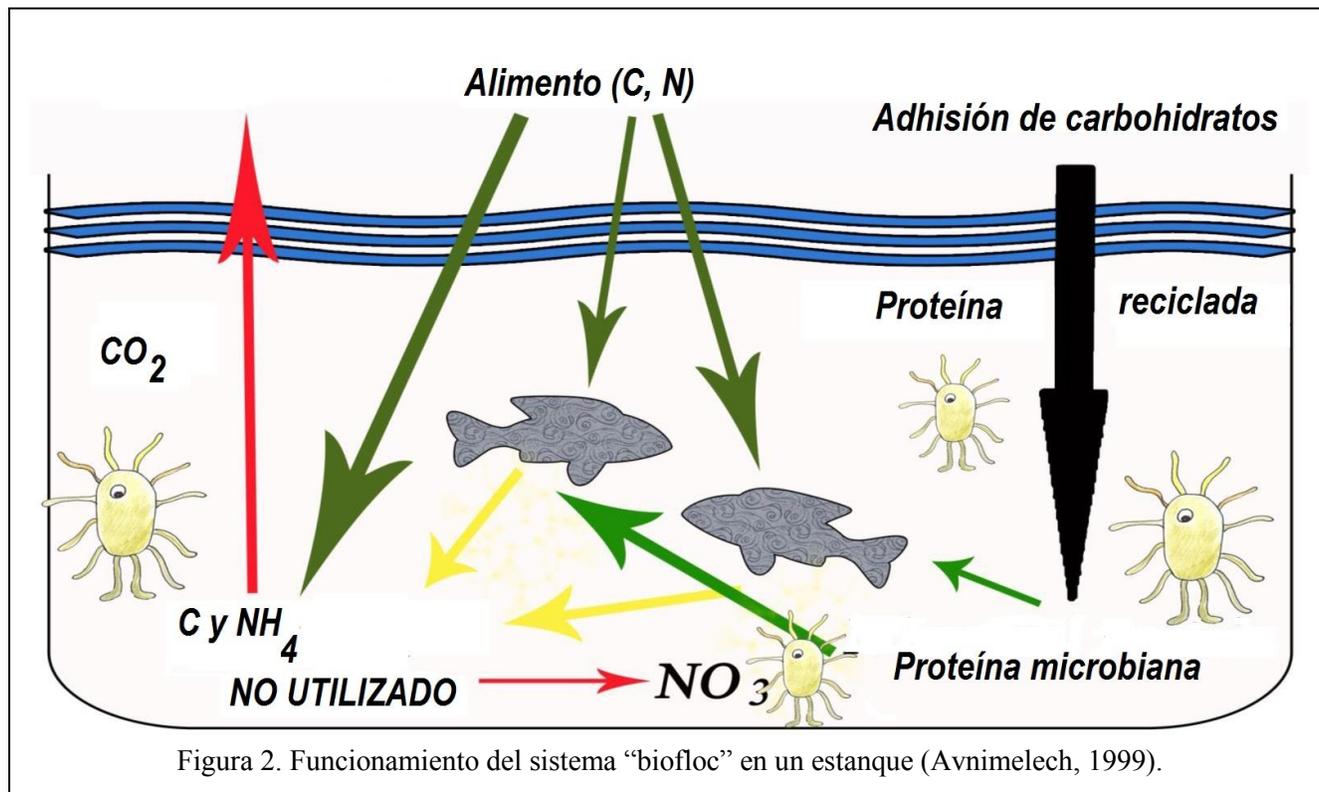
mantenga con aireación constante la columna de agua, lo que ayudará a lograr la combinación de factores físicos, químicos y biológicos requeridos para la formación de los flóculos bióticos (Azim y Little, 2008; Emerenciano com pers., 2010).

FORMACIÓN DE LOS BIOFLÓCULOS

Para formarse los bioflóculos se requiere de sustancias poliméricas biológicas, que tienen la función de mantener juntos a los componentes, formando una matriz que encapsula las células. Esta matriz ayuda a proteger a los microorganismos de sus depredadores, provee acceso directo a los nutrientes y actúa como sustrato (De Schryer *et al*, 2008).

La biodiversidad de especies que se alojan en los flóculos, depende de la microbiota que se encuentra en el cuerpo de agua, algunas de ellas pueden funcionar como control biológico para especies patógenas mediante la exclusión competitiva o porque tienen propiedades probióticas (Ray *et al.*, 2010a). 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 requiere 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 a componentes más simples (Avnimelech, 1999b). Se debe tomar 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 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 Schiver *et al.*, 2008; Emerenciano *com per.*, 2011).

VALOR ALIMENTICIO DEL BIOFLOC

El valor nutricional que tengan los bioflóculos para los animales de cultivo dependerá de la preferencia de alimentos de los mismos, así como de su capacidad para ingerir y digerir partículas en suspensión (Tabla 1) (Azim y Little, 2008).

Cuando la especie cultivada posee la capacidad de resistir altas densidades poblacionales, la mejoría en la calidad del agua permite también incrementar el número de organismos por m³ (Ray *et al.*, 2010b).

APLICACIONES DEL SISTEMA BIOFLOC

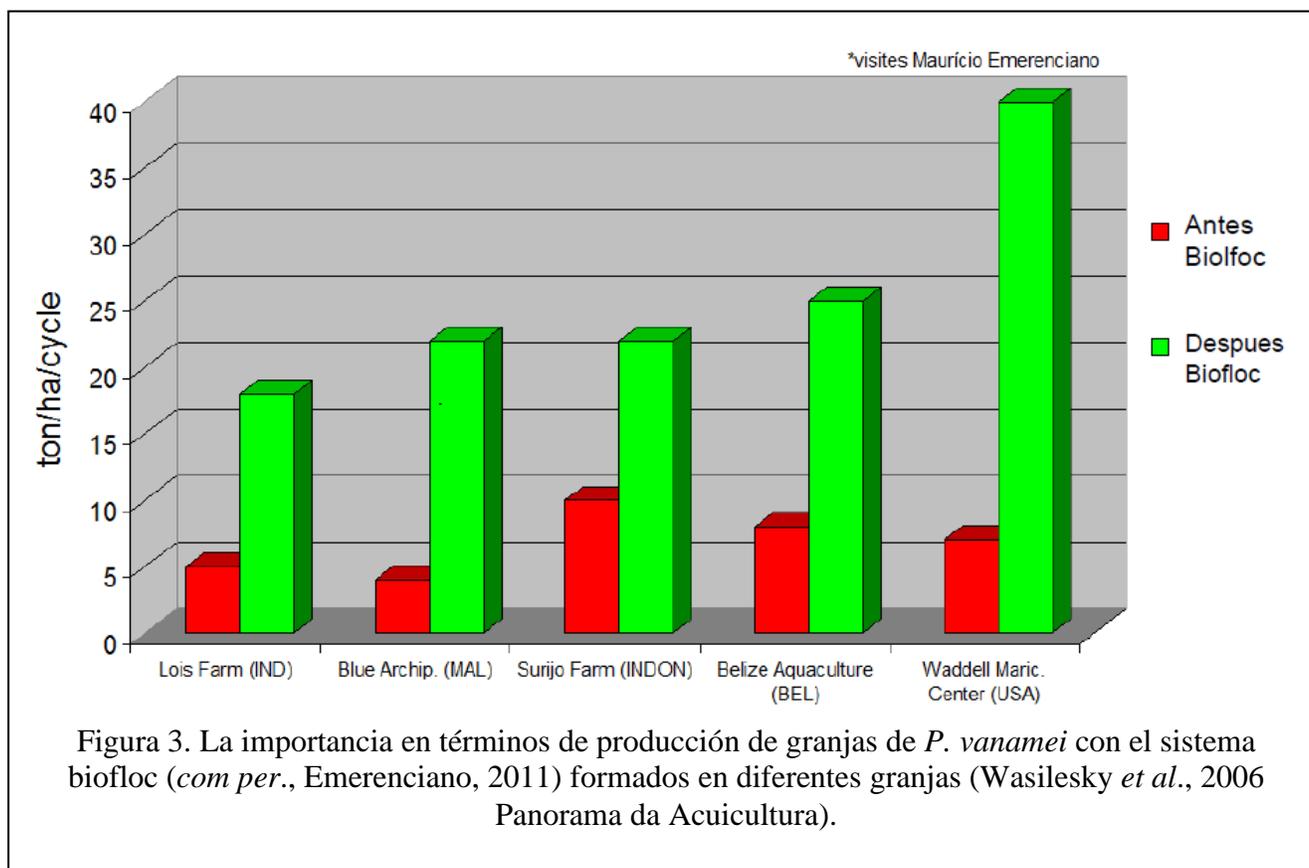
Algunos ejemplos de aplicaciones exitosas con el sistema "biofloc" se ha observado en países como Corea del Sur, Indonesia, Malasia, Tailandia, China, Australia, Hawaii, Brasil, Ecuador; Perú, Colombia, EUA, México, Guatemala y Belice Emerenciano (*com per.*, 2011).

Existen diversos ejemplos del éxito que ha tenido el uso de este sistema (Fig. 3), en

Tabla 1. Composición bromatológica en base a materia seca de agregados microbianos (“biofloc”).

Fuente	PB (%)	Carb (%)	EE (%)	FB (%)	Cenizas (%)
Mcintosh et al (2000)	43.00	-	12.5	-	26.5
Tacon et al (2002)	31.20	-	2.6	-	28.2
Soares (2004)	12.0 – 42.0	-	2.0 – 8.0	-	22.0 – 46.0
Emerenciano et al (2006)	30.40	29.10	0.47	0.83	39.20
Wasielesky et al (2006)	31.07	23.59	0.49	-	44.85

PB= Proteína bruta; Carb= Carbohidratos; EE= Estrato etéreo de lípidos; FB= Fibra bruta



Mississippi, EUA, la granja John Ogle Biosecurity System, presentó una sobrevivencia del 69.85% de los organismos cultivados, con una producción de 15.4 a 17.5 tons/ha/ciclo, en densidades de 100-150 animales por m³ de camarón *Panaeus vannamei* (Boone, 1931), con un costo de producción aproximado de USdls 2.4- 2.80/kg.

La granja CreveTope en Shanghái, China, alcanzó una producción de 25 toneladas por año de *P. vannamei*, sin necesidad de realizar recambios del agua.

En la granja de producción de *P. vannamei*, Marvesta Shrimp Farms en EUA, se alcanzó una producción de 120 a 170 ton/año de organismos de 20-30 g., con un recambio mínimo de agua.

CONCLUSIONES

El establecer un sistema “Biofloc” aporta beneficios a los sistemas de producción, como es la disminución de la densidad de contaminantes tóxicos que pueden afectar los cultivos; disminuir o eliminar la necesidad de recambios periódicos en los estanques, que es de gran ayuda cuando se presenta escasez de recursos hídricos; es un auxiliar para evitar la contaminación de cuerpos de agua, ya que mejora las condiciones de sanidad en los estanques debido a que las bacterias heterótrofas inhiben el crecimiento de organismos patógenos, lo que reduce la posibilidad de que éstos parasiten los organismos en cultivo, previniendo contagios y muertes masivas.

El aprovechamiento óptimo de los nutrientes por parte de las comunidades microbianas en el bioflóculo, disminuyen el gasto en alimentos, como por ejemplo la harina de pescado que se consume en grandes cantidades en el mundo y que a veces su disponibilidad en el mercado es escasa o de alto costo; este sistema permite que las granjas de producción no sean dependientes, ya que el sistema “biofloc” es una alternativa para alimentar a los organismos cuando los precios de los alimentos se elevan.

La utilización de bioflóculos 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 otras actividades.

El futuro de este sistema es muy promisorio ya que podría ayudar a mantener las altas producciones que se requieren para satisfacer las necesidades de la creciente población humana. Otra ventaja en el uso del sistema “Biofloc” es la reducción en los costos de producción, siendo no sólo esto benéfico a los productores sino que podría permitir el acceso de más personas a esta fuente de proteína animal, y por consiguiente a mejorar la dieta de poblaciones de escasos recursos económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbuzúa 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* 23: 67-74.
- 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.
- Avnimelech Y, Kochba M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using 15N tracing. *Aquaculture* 287: 163-168.
- Azim M, Little D. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition and growth and welfare of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283: 29-35.
- Chu C, Lee D. 2004. Multiscale structures of biological flocs. *Chemical Engineering Science* 59: 1875-1883.
- 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.
- 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.
- FAO. 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Organización mundial para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia.
- 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.
- McGraw W. 2003. Utilización de bacterias heterotróficas y autotróficas en la acuicultura. *Boletines nicovita*. Enero-Marzo: 1-3.
- Ray A, Seaborn G, Leffler J, Wilde S, Lawson A, Browdy C. 2010a. Characterization of the microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture* 310: 130-138.
- Ray A, Lewis B, Browdy C, Leffler J. 2010b. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant- based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture* 299: 89-98.