

Artículo de investigación

Tecnología biofloc (BFT): Generalidades, requerimientos y ventajas

Robinson Ordoñez ¹ & Daniela Vasconez Duchicela ²

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana; El Coca Ec220001, Ecuador

² Instituto Tecnológico Superior Oriente, La Joya de los Sachas 220101, Orellana, Ecuador

* Correspondencia: robinson.ordoniez@epoch.edu.ec

Recibido: 15 enero 2019; **Aceptado:** 25 febrero 2019; **Publicado:** 05 marzo 2019

DOI/URL: <https://www.greenworldjournal.com/doi-007-ro-2019>



Resumen: El presente escrito representa una recopilación de información extraída a partir de 20 documentos (entre los que se destaca artículos de revisión, de experimentación y reportes/informes), organizada en 3 secciones con las que se explorará las generalidades (definiciones y dinámica trófica), requerimientos (físicos y técnicos) y ventajas-desventajas de la implementación de la Tecnología Biofloc (BFT) en sistemas de cultivos acuícolas super-intensivos. Lo que se pretende con la investigación es ubicar al lector en cuanto al funcionamiento y los beneficios ecológicos-económicos que supone la implementación de sistemas bioflocs en la producción acuícola.

Palabras claves: acuicultura; microorganismos; biofloc; sostenibilidad

Biofloc technology (BFT): Generalities, requirements and advantages

Abstract: This paper represents a compilation of information from 20 documents (including review articles, experimental papers and reports), organized in 3 sections that explore the generalities (definitions and trophic dynamics), requirements (physical and technical) and advantages/disadvantages of the implementation of Biofloc Technology (BFT) in super-intensive aquaculture systems. The aim of the research is to locate the reader in terms of the functioning and ecological-economic benefits of the implementation of biofloc systems in aquaculture production.

Keywords: aquaculture; microorganisms; biofloc; sustainability

1. Introducción

Bajo el término de "acuicultura" se engloba todo un conjunto de actividades, técnicas y conocimientos del cultivo de especies acuáticas vegetales y animales. No en vano, la FAO y la Comisión Europea la definen como "el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas, lo cual implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección frente a depredadores, etc." [1]. Los orígenes de la acuicultura se remontan entre los años 2000-1000 A.C. como una forma de producción en China (con la carpa) y el antiguo Egipto (con la tilapia). Sin embargo, no es hasta mediados del siglo XX cuando se inicia una tímida evolución hacia la producción industrial acuícola a gran escala [2].

Hoy en día, la comunidad mundial se enfrenta a retos relacionados con atender las necesidades apremiantes de alimentación y nutrición de una población creciente con recursos naturales finitos [1,3]. Es por esto que, la acuicultura, se ha convertido en una fuente muy importante de productos acuáticos de calidad [2] y en el sector productivo de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo, siendo la única vía sostenible para acortar la brecha de la demanda de proteína de origen

acuática [4]. De hecho, entre 1961 y 2016, el aumento anual medio del consumo mundial de pescado comestible (3,2%) superó al crecimiento de la población (1,6%) y también al de la carne procedente de todos los animales terrestres juntos (2,8%) [3]. Por tanto, la producción mundial de peces a escala industrial es algo imperativo debido al hecho de que los recursos pesqueros mundiales han alcanzado su límite de explotación y ya no tienen la capacidad de garantizar el abastecimiento a la población del planeta que, con casi 7.000 millones de personas, la demanda de los alimentos acuáticos sigue en aumento[5,6].

Es así, que la industria de la acuicultura se ha ido desarrollando de manera constante durante las últimas décadas para satisfacer la creciente demanda de productos pesqueros en el mercado mundial. Sin embargo, esta industria ha sido objeto de escrutinio por su contribución a la degradación y contaminación del medio ambiente[5,6]. Como resultado, sigue siendo totalmente necesaria la exigencia de prácticas de gestión y cultivo más ecológicas. Además, la expansión de la acuicultura también se ve restringida por los costos de la tierra, recambios constantes de agua y por su fuerte dependencia de la harina y el aceite de pescado. Éstos últimos son uno de los principales componentes de los piensos para la acuicultura comercial. Los costos de los piensos representan al menos el 50% de los costos totales de producción de la acuicultura, lo que se debe predominantemente al costo del componente proteínico de las dietas comerciales [7]. Ante estas desventajas de producción, resulta conveniente diseñar nuevos modelos productivos con capacidad de ahorrar costos de energía y de producción, reducir la superficie y volumen de agua utilizados, reducir al mínimo la eliminación de desechos, y, aún más, reciclar los nutrientes dentro del sistema [4,8].

Una de las alternativas ecológicas a los modelos de producción acuícola, corresponde a la Tecnología de Biofloc (BFT), con la que se permite disminuir los daños ambientales como el exceso de nutrientes y materia orgánica ocasionados por la acuicultura y, optimizar su producción. Esta tecnología se basa en el desarrollo de flóculos microbianos, formados a partir de una relación Carbono/Nitrógeno (C:N) en el agua, con alta oxigenación, intercambio de agua limitada o nula centrado en el uso más eficiente de los nutrientes de entrada al sistema [4,7,9]. Esta tecnología aprovecha los residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos (los cuales conllevan al deterioro de la calidad del agua y al poco aprovechamiento del alimento natural), resolviendo así sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje [10]. Fue propuesta y desarrollada en la década de los 70 y ha sido descrita como una unidad autosostenible, capaz de purificar las aguas residuales de la acuicultura y fabricar alimento para peces simultáneamente; beneficiándose de esta manera el inversionista con un menor tiempo para el retorno de su capital (*payback*)[5,8,9].

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es brindar al lector información breve y característica de la Tecnología Biofloc (BFT) y su implementación en el cultivo de especies acuáticas (peces y camarones en algunos casos). La información que se presenta en el escrito es el resultado de una recopilación de 20 documentos, entre los que se hallan artículos de revisión, de experimentación y reportes/informes pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), emitidos para los años 2014 y 2018 y en donde se detalla el Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Lo que se pretende con la investigación, una vez el lector la haya leído, es que logre identificar la importancia y beneficios ecológicos-económicos que supone la implementación de la BFT en la acuicultura; en este caso, en el cultivo y producción de peces.

2. Generalidades de la tecnología biofloc (bft) en el cultivo de peces.

La Tecnología o Sistema "Biofloc" (BFT) fue desarrollada 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 [4,10]. En la acuicultura, la BFT 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 (peces o camarones en la mayoría de los casos), dándole valor agregado a las producciones, al mejorar las tasas de aprovechamiento de los alimentos [9,11].

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 (bacterias quimioautótrofas y heterótrofas, cianobacterias, archaea, virus, microalgas, levaduras y hongos, así como invertebrados entre los que se hallan los rotíferos, protozoos, amebas, copépodos, cladoceros, ostrácodos, anélidos y nematodos) 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 [7,9,12-15].

Según el artículo de revisión [17], el trabajo clave que dio inicio al estudio de la BFT fue el de Azam et al., 1983, en el que se hace un acercamiento al papel y la dinámica que cumplen los microorganismos (señalados en el párrafo anterior) en un sistema acuático natural. En este sentido estos autores plantean el aprovechamiento por el "microcosmos acuático", del carbono dispuesto en el agua en condiciones ricas en nitrógeno, comprobando que las bacterias fijan carbono como fuente de energía y aprovechan el nitrógeno para la síntesis de proteínas [10]; bajo este supuesto el denominado 'microbial loop', término acuñado en el artículo en cuestión, incluye el papel desempeñado por las bacterias en relación con el carbono y los ciclos de nutrientes (red trófica microbiana), la que se caracteriza por reciclar nutrientes.

De este modo, la dinámica general en un sistema Biofloc corresponde a una serie de relaciones ecológicas (comensalismo, competencia, depredación entre otras), constituyéndose entonces una micro-red trófica paralela a la cadena trófica convencional. De hecho, el principio productivo nace del consumo directo del carbono contenido en la materia orgánica disuelta (MOD), por las bacterias heterotróficas y el pico-plancton (10 - 20 μ) [10,12]. Por tanto, el biocarbono elaborado en los ecosistemas tras las primeras etapas de degradación de la materia orgánica (excrementos, restos de plantas, organismos muertos etc.), son aprovechadas por estas bacterias (organismos consumidores), mismas que a su vez pasan a formar parte del alimento de otros microorganismos (flagelados y ciliados, por ejemplo)[17]. De igual manera, en este entramado trófico, las bacterias heterótrofas inmovilizan el nitrógeno potencialmente tóxico de los residuos del estanque al convertirlo en proteína microbiana, que es posteriormente aprovechada por el fito y zooplancton (microorganismos del primer eslabón en la cadena alimenticia), mismos que, finalmente, son aprovechados como alimento por los peces (objeto de producción) [9,15,16].

3. Requerimientos importantes.

Cinco son los aspectos considerados cruciales y que deben ser conocidos a profundidad por los productores, ya que permitirán operar tanques con BFT, productivos y rentables. A continuación, las consideraciones:

- a. *Cantidad de N que se debe remover*: Determinar la cantidad de N que es aportado al medio y que es expresado como Nitrógeno amoniacal total (TAN), depende de la dieta suministrada, de procesos metabólicos propios de cada especie cultivada (asimilación y excreción del N) y los desperdicios de las raciones. A continuación, se indican los cálculos más empleados para determinar el N a remover en un sistema de cultivo de peces:

En este sentido, existen 3 grupos de microbiota ampliamente conocidas en la remoción de compuestos nitrogenados, considerados tóxicos en el agua: asimilación por algas, oxidación

por bacterias quimioautótrofas y asimilación por bacterias heterotróficas (todas ellas pueden interactuar en cierto grado en sistemas biofloc) [4]; a las cuales si se les suma otros organismos como zooplancton, hongos y nematodos, todos abundantes por la casi infinita capacidad reproductiva que poseen, consiguen el control casi absoluto de los desechos del nitrógeno [17].

- b. Fuente de Carbono y Relación C:N:** Las fuentes de carbono más usadas para formación de los flocs son la melaza (30% de C), azúcar (31% de C), harina de yuca (46% de C) y residuos de cervecería (45,8% de C). Las bacterias y otros microorganismos usan carbohidratos como fuente principal de alimento para generar energía y crecer. La capacidad de incorporación de C por parte de los microorganismos puede alcanzar entre 40-60% [8]. La adición de carbohidratos es una manera muy eficiente de reducir y minimizar la concentración de N_2 inorgánico en el agua. Al añadir carbohidratos al estanque, se estimula el crecimiento de bacterias heterótrofas y se produce la absorción de nitrógeno a través de la producción de proteínas microbianas [5]; por tanto, es esencial establecer una relación óptima entre C y N para ofrecer las condiciones básicas en el desarrollo de los microorganismos y la producción de estas proteínas.

Según [10], la relación óptima de C:N corresponde a la de 20:1 respectivamente, aunque esta relación puede variar dependiendo de factores como la formulación del alimento, eliminación o adición de sólidos orgánicos de carbono, metabolismo de peces, entre otros; permitiendo a los técnicos y productores acuícolas definir qué tipo de vía se vuelve dominante en sus sistemas de producción [17].

- c. Aporte de Oxígeno (O_2):** En los cultivos con BFT se debe garantizar que la concentración de O_2 cubra los requerimientos tanto de la especie íctica como de los microorganismos cultivados [18].

Los aireadores son los equipamientos más comunes utilizados para oxigenar el agua en contenedores con biofloc y ellos deben ser escogidos de tal manera que suplan tres necesidades principales [17]:

1. Las necesidades de respiración de la especie cultivada.
2. La respiración y reacciones de nitrificación propias en la metabolización de compuestos nitrogenados tóxicos de los microorganismos contenidos en el sistema.
3. Mantener los biofloc en suspensión constante para evitar la decantación y acumulo de sólidos que conduzcan a reacciones anaerobias y produzcan metabolitos tóxicos letales que puedan llegar a afectar el cultivo

Según Hargreaves (2013), trabajo citado en la publicación [4], mientras exista suficiente mezcla y aireación para mantener un floc activo en suspensión, la calidad del agua puede ser controlada.

- d. Monitoreo y mantenimiento de la calidad de agua:** la estricta y permanente medición, seguimiento e interpretación de los parámetros de calidad de agua es principal en la BFT, pues de esto depende saber lo que está sucediendo en cada tanque y tomar decisiones oportunas. Los parámetros que deben ser medidos y utilizados son: O_2 , amonio (NH_4), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), T° , pH, alcalinidad, dureza, salinidad, sólidos sedimentables y sólidos totales, como los más relevantes [11,17,18]. A continuación, una tabla que describe alguno de estos parámetros esenciales en el mantenimiento de la calidad de agua:

- e. *Personal técnico*: el personal capacitado para la implementación de esta tecnología es fundamental, puesto que se permitirá un adecuado manejo de los tanques con BFT y una correcta interpretación de los parámetros evaluados en cada uno de los mismos [18].

4. Ventajas y desventajas de la BFT.

La BFT es una forma de producción en acuicultura super-intensiva, que se desarrolla dinámicamente en la actualidad ya que resulta que es capaz de enfrentar retos propios de la actividad, como el aumento de la biomasa por volumen de agua y la utilización cada vez más reducida de la misma, el desafío en concreto es producir más en menos volumen de agua y al menor costo ambiental-económico posible, es decir en el marco de los paradigmas de sostenibilidad [10]. Aunque falta mucho por conocer, el hecho que la BFT trate conceptualmente los residuos como una oportunidad de producción in situ, la hace una alternativa posible y amigable con los ecosistemas porque al tiempo que economiza agua y recicla nutrientes, descarga pocos contaminante [8,9,17]. A continuación, se señalan las ventajas y desventajas que supone la implementación del Biofloc en la producción acuícola:

Sobre las ventajas

- *Tecnología Amigable con el Medio Ambiente*. - Debido al poco espacio que utiliza, el escaso uso de productos químicos, el reciclado de alimentos y la reducción al mínimo de intercambio de agua, hacen de esta tecnología una práctica respetuosa con la naturaleza y económicamente beneficiosa para el productor [9,15]. Por ejemplo, en [4], se señala que la BFT mejora la actividad de la enzima digestiva de la tilapia, favoreciendo el crecimiento y la utilización de alimento (con un alto valor de nutrición, véase [7,9,19]), reduciendo con esto alimentos adicionales que suponen costes en la producción.
- *Aumento de la Densidad de Cultivo*. - Las altas densidades a las que se pueden cultivar peces y crustáceos en biofloc se debe a la falta de estrés por abundancia de alimento, oxígeno en agua y unas condiciones ambientales similares a las naturales. La densidad de tilapia adulta en biofloc puede superar los 60 peces por m³ [9]. Lo que se pretende con la BFT es elevar la producción en el mínimo espacio disponible.
- *Genera una importante acción probiótica a los organismos de cultivo*. - Reportes confirman el papel inmunoestimulante de los Bioflocs mediante la ingestión de los flóculos, ya que algunas bacterias ingresan vivas y activas al animal y de esta manera activan el sistema inmunitario del huésped, ya sea como microbios viables o componentes microbianos [9]. En este sentido, se ha determinado que los microorganismos probióticos encontrados en los bioflocs como *Bacillus cereus* y *Bacillus licheniformis* mejoran la inmunidad de los cultivos de especies acuícolas como peces, camarones y gambas, entre otras [6,13,20].
- *Aumento de la Bioseguridad de estanques*. - El recambio cero de agua permite que la entrada de patógenos sea mínima por vía acuática. Asimismo, esta tecnología da paso a que los tanques estén individualizados y que no se conecten entre ellos, lo cual repercute igualmente en la disminución de contagios [5,9]. Finalmente, debido a la acción probiótica de los microorganismos en el Sistema Biofloc, algunos de los agentes patógenos son combatidos.

Sobre las desventajas

- *Mayor coste inicial.* - La tecnificación de este tipo de acuicultura no es muy elevada, sin embargo, es necesaria la utilización de equipos de aireación [17], equipo de análisis de agua, sistemas de oxigenación de respaldo y equipo de generación eléctrica de emergencia. Estos equipos pueden suponer un pequeño coste elevado al principio del proyecto, pero en breve los grandes beneficios de esta tecnología superan con creces el leve mayor coste inicial.
- *Aireación imprescindible.* - Los tanques con biofloc deben airearse 24h, 365 días al año. Un sistema de oxígeno puro de emergencia sería muy recomendable. Sin embargo, un fallo en el suministro eléctrico y por lo tanto en el suministro de aire a los tanques puede suponer la muerte de toda la producción en cuestión de minutos debido a la alta DBO [4,17]. En este supuesto fatídico debemos contar con un plan de contingencia. La utilización de peróxido de oxígeno es recomendable para estos casos de emergencia.
- *Personal Capacitado.* - Las personas encargadas de los cultivos con BFT deben de estar mínimamente formadas en esta tecnología, cómo desarrollarla y cuáles son los elementos clave de la misma. Esto puede suponer costes debido a que, como se mencionó en la sección de Requerimientos Importantes, forma parte de los aspectos técnicos cruciales a tener en cuenta al momento de implementar la BFT [18].

5. Conclusiones

En la actualidad, debido al rápido crecimiento de la población y del déficit de recursos que cada vez se hace más evidente, tecnologías ecológicas como el Biofloc están desempeñando un papel importante entre las alternativas sostenibles que permiten solventar las necesidades alimentarias. Algunos de los autores referenciados en la presente revisión señalan que, aunque sea de reciente investigación y desarrollo, la Tecnología Biofloc (BFT) es la forma más viable y ambientalmente aceptable para aumentar la producción intensiva de la acuicultura, reduciendo al mínimo el impacto ambiental generado por la acuicultura convencional. Mientras los sistemas tradicionales usan grandes extensiones de tierras y gran volumen hídrico, produciendo de esta manera una gran cantidad de residuos y efluentes en los cursos de agua naturales, la BFT facilita la ejecución de un cultivo más racional que busca una gestión con bioseguridad. La reducción de los costos de la alimentación y el valor nutricional de los bioflocs también es otro factor fundamental que debe contribuir para la propagación de la BFT en las regiones y países donde aún no es usada comúnmente.

De hecho, los costes iniciales y la tecnificación que supone la implementación de esta tecnología, han terminado por desanimar la inversión de ciertos productores acuícolas y restringirlos de los beneficios de esta tecnología. Otro punto importante a destacar es el desconocimiento de parte de algunos productores, es por esto que el fortalecimiento y crecimiento de la acuicultura con Tecnología Biofloc en cualquier parte del mundo es un reto que debe ser asumido y enfrentado de la mano el sector privado, el estado y la academia, considerándolo como un sistema alternativo de producción diferente a los convencionales, más estricto, de mayor vigilancia y comprensión, pero más productivo y sostenible.

Contribución de autores: El desarrollo de la investigación corresponde a aportes únicos del autor.

Financiamiento: El Instituto Tecnológico Superior Oriente financio esta publicación.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. FAO *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*; 2014; Vol. 75; ISBN 9789253082759.
2. Rueda González, F.M. Breve historia de una gran desconocida: la acuicultura. *Eubacteria*, nº 26 **2011**.
3. FAO *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*; 2018; Vol. 3; ISBN 0000000340472.
4. Ariza, F.G.; Rodríguez, E.M. Tecnología Biofloc (BFT), una alternativa sostenible para el desarrollo de la acuicultura: revisión. *Ing. Y Región* **2019**, 21, 2-11.
5. Halim, M.A.; Nahar, S.; Nabi, M.M. Biofloc technology in aquaculture and its potentiality: A review. **2019**.
6. Crab, R.; Defoirdt, T.; Bossier, P.; Verstraete, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* **2012**, 356-357, 351-356, doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046.
7. Emerenciano, M.; Gaxiola, G.; Cuzon, G. Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. *Biomass now-cultivation Util.* **2013**, 301-328.
8. Marinho-Pereira, T.; Junior, C.H.F.; Rincón, L.M.G.; Britto, E.N.; Cavero, B.A.S.; Aride, P.H.R.; de Oliveira, A.T. Tecnología biofloc: datos, estudios y experiencias para el desarrollo de la acuicultura latinoamericana/Biofloc technology: data, works and experiences for development of the latin american aquaculture. *Brazilian J. Dev.* **2020**, 6, 7847-7862.
9. Castro-Nieto, L.; Castro-Barrera, T.; De Lara-Andrade, R.; Castro-Mejía, J.; Castro-Mejía, G. Sistemas biofloc: un avance tecnológico en acuicultura. *Rev. Digit. del Dep. El Hombre y su Ambient.* **2012**, 1, 1-6.
10. Avnimelech, Y. Biofloc technology. A practical guide book. The World Aquaculture Society. *Bat. Rouge* **2009**.
11. Azim, M.E.; Little, D.C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* **2008**, 283, 29-35, doi:https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036.
12. Ulloa Walker, D.A.; Morales Suazo, M.C.; Emerenciano, M.G.C. Biofloc technology: principles focused on potential species and the case study of Chilean river shrimp *Cryphiops caementarius*. *Rev. Aquac.* **2020**, n/a, doi:10.1111/raq.12408.
13. Llarío, F.; Falco, S.; Sebastián-Frasquet, M.-T.; Escrivá, J.; Rodilla, M.; Poersch, L.H. The Role of *Bacillus amyloliquefaciens* on *Litopenaeus vannamei* During the Maturation of a Biofloc System. *J. Mar. Sci. Eng.* 2019, 7.
14. Dauda, A.B. Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. *Rev. Aquac.* **2020**, 12, 1193-1210.
15. Mancipe, L.E.H.; Velez, J.I.L.; García, K.A.H.; Hernández, L.C.T. Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *Rev. CES Med. Vet. y Zootec.* **2019**, 14, 70-99.
16. Monroy-Dosta, M. del C.; Lara-Andrade, D.; Castro-Mejía, J.; Castro-Mejía, G.; Coelho-Emerenciano, M.G. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* **2013**, 48, 511-520.
17. Collazos-Lasso, L.F.; Arias-Castellanos, J.A. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquia* **2015**, 19, 77-86.
18. Collazos-Lasso, L.F. ASPECTOS TÉCNICOS CRUCIALES DE LA TECNOLOGÍA BIOFLOC-TBF, PARA LA PRODUCCIÓN INTENSIVA EN PISCICULTURA.
19. Robles-Porchas, G.R.; Gollas-Galván, T.; Martínez-Porchas, M.; Martínez-Cordova, L.R.; Miranda-Baeza, A.; Vargas-Albores, F. The nitrification process for nitrogen removal in biofloc system aquaculture. *Rev. Aquac.* **2020**, n/a, doi:10.1111/raq.12431.
20. Kathia, C.M.; del Carmen, M.D.M.; Aida, H.P.; Jorge, C.M.; Daniel, B.C. Probiotics used in Biofloc system for fish and crustacean culture: a review. *Int. J. Fish. Aquat. Stud.* **2017**, 5, 120-125.



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).