

## Determinación del Índice de Importancia Relativa en *Oreochromis sp* cultivadas con biofloc y alimento balanceado

Determination of the Relative Importance Ratings in cultivated *Oreochromis sp* with biofloc and feed

### Blg. Eulalia Ibarra Mayorga Mg. Sc.

Docente de la Escuela de Acuicultura extensión Bahía de Caráquez de la Universidad Técnica de Manabí  
eulaliai@yahoo.com.mx

### Lic. Sara Carratalá Hurtado Mg. Sc.

Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud en la Universidad Técnica de Manabí,  
saracarratalahurtado@gmail.com

### Jonathan Josué Proaño Morales

Estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Técnica de Manabí.  
jonapromv@hotmail.com

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el Índice de Importancia Relativa en tilapias (*Oreochromis sp*) cultivadas con biofloc y alimento balanceado, con el fin de identificar que fuente alimenticia era consumida de manera preferente por estos peces. Para ello se analizaron los estómagos de tilapias tras haber sido alimentadas con balanceado. Los resultados mostraron que las tilapias utilizaron como fuente de consumo principal el biofloc, constituyéndose como un factor sustentador de la vida de estos individuos cultivados. El alimento balanceado se presentó como fuente secundaria de alimentación, mostrándose también como un sustento necesario para garantizar el desarrollo óptimo del biofloc.

**Palabras clave:** Flóculos, Tecnología Biofloc, IIR, cultivo de tilapia, producción acuícola.

### ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the Relative Importance Ratings in tilapia (*Oreochromis sp*) farmed with biofloc and feed formulation, to identify an alimentary source that was consumed by the fish, preferably. To this effect, the stomachs of the tilapias were analyzed after being fed with the feed formulation. The study results showed that tilapia used the biofloc as a main alimentary source, becoming a supporting factor in the life of these farmed individuals. The feed formulation was shown as a secondary alimentary source and as a necessary support to guarantee the proper development of the biofloc.

**Key words:** Flocs, Biofloc Technology, RII, tilapia farming, aquaculture production.



Recibido: 6 de abril, 2015  
Aceptado: 15 de mayo, 2015

## 1. INTRODUCCIÓN



El origen de la técnica de biofloc proviene de los tratamientos de aguas residuales, en los que, mediante la utilización de productos químicos o el uso de determinados microorganismos, se consigue la floculación que permite el retiro de nutrientes. Hace tan solo 30 años, Steve Serling descubrió el potencial de la tecnología biofloc en la cría de tilapia, y desde entonces se han llevado a cabo múltiples estudios al respecto (Newman, 2011). A partir de entonces se reconoció por sus siglas en inglés: BFT (biofloc technology).

La tecnología biofloc (BFT) ofrece una alternativa a los problemas ambientales generados por la acuicultura, debido a la descarga de desechos con elevado valor de nitrógeno (N) en el medio natural, y la dependencia por harina y aceite de pescado (De Schryver *et al.*, 2008).

La acuicultura tiende a intensificarse de forma constante, lo que conlleva una optimización del espacio disponible para la producción, haciéndola más eficiente en biomasa tanto de peces como de crustáceos. Una de sus características intrínsecas es la acumulación de residuos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos que son eliminados de la columna de agua mediante recambios, ocasionando pérdidas económicas a los productores. El uso de los bioflocs se presenta como una alternativa para mitigar los posibles impactos ambientales negativos generados por las descargas (Carbo y Celades, 2011), al tiempo que mejora los estándares ambientales, el índice de conversión alimenticia y el cultivo sin renovación de agua (Jorand, 1995).

El biofloc (BF) es un agregado de microalgas, bacterias, protozoos, partículas de las heces, alimento no consumido, y algunos animales que "pastorean" a los flóculos como el zooplancton y los nemátodos (Hargreaves, 2013). Estos flóculos microbianos combinan la extracción de los nutrientes presentes en el agua para la producción de biomasa, que puede ser usada para el cultivo de especies que sirvan de alimento (De Schryver *et al.*, 2008).

La BFT surge como solución a algunas de las limitaciones de la cría intensiva de peces como el bajo aprovechamiento de los nutrientes del ALBL, la formación de residuos tóxicos, el costo que implican los cambios constantes de agua y el mantenimiento de la temperatura de la misma. (Avnimelech, 2007).

Los gastos en alimentos representan los principales costos en los sistemas de producción intensiva de peces al ocupar entre el 20 y 40 % del presupuesto total de producción (Losorsdo y Westerman, 1994; Van Wik, 2001).

En 2009, un estudio realizado por Ghanekar demostró que el uso de BFT en cría de camarones reducía en un 50 % los costos de alimentación sin comprometer el crecimiento, la salud o la supervivencia de los animales.

El BF permite mantener cultivos de algunos especímenes sin recambio de agua. Además, dependiendo de los elementos que lo conforman puede resistir una mayor o menor población de individuos cultivados por metro cúbico. Si la composición del BF es óptima, se garantiza el aprovechamiento eficiente de los nutrientes circulantes, al mismo tiempo que se evitan caídas en los niveles de oxígeno que se encuentra disuelto o formando combinaciones asimilables por los peces.

Es fundamental que en este sistema se dé una oxigenación adecuada y aireación para conseguir que se desarrollen bacterias aerobias y que las partículas permanezcan suspendidas en la columna de agua (Avnimelech, 2007; De Schryver 2008; Newman 2011).

Una relación elevada de carbono y nitrógeno (10 a 20) es recomendada para establecer los flóculos en el sistema (Asaduzzaman *et al.*, 2008; Avnimelech, 1999; Ballester *et al.*, 2010), asegurando además una mayor remoción de los productos nitrogenados desde el agua. Como fuentes de carbono se debe considerar aquellas que con mayor velocidad van a facilitar la reproducción de las bacterias, como es el caso de la melaza.

Krummenaur y Col. (2012) afirman que el uso de inóculos mínimos puede acelerar la formación de agregados microbianos en sistemas de BFT.

Ray *et al.* (2011) demostraron que en sistemas de BFT con bajo nivel de sólidos suspendidos, el crecimiento era más rápido que en sistemas con alto contenido particulado de sólidos suspendidos, por lo tanto la concentración de los flóculos, influida por pequeños cambios en el manejo, puede afectar a la producción.

El carbono se puede añadir en pequeñas dosis y continuamente o en grandes dosis con menor continuidad. La segunda forma es más recomendable si lo que se desea es que los microorganismos almacenen productos de reserva (Salehizadeh y Van Loosdrecht, 2004).

Las bacterias son ineficientes en la descomposición de material orgánico con elevados niveles de carbono (hojas o madera) o nitrógeno (harinas vegetales con altos niveles proteicos). Mezclas balanceadas de carbohidratos y compuestos nitrogenados con C:N de aproximadamente 20:1 son digeridos con mayor facilidad (Chamberlain *et al.*, 2001).

Por su parte Azim y Littlea (2008) evaluaron el uso de BFT en los tanques de cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), determinando que la producción neta de pescado fue 45 % más alta en los tanques con BFT que en los tanques control.

La tilapia (*Oreochromis sp.*) es un pez teleósteo, originario de África. Pertenece al orden Perciforme, y a la familia *Cichlidae*. Comprende unas 3 000 especies que están distribuidas en todo el mundo, y puede vivir en diversos hábitats de agua dulce a distintas densidades, siendo capaz de resistir bajas cantidades de oxígeno disuelto.

Por presentar características factibles para la producción, la tilapia es uno de los peces más cultivados a escala mundial. En Ecuador constituye una de las principales producciones acuícolas. El cultivo de estos peces se efectúa en estanques grandes, pequeñas piscinas o peceras de carácter ornamental, lo que los convierte en una especie fácilmente cultivable.

En el laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc” de la Universidad Técnica de Manabí, fueron cultivadas tilapias alimentadas con biofloc y balanceado (ALBL).

El tubo digestivo de la tilapia está constituido por cuatro segmentos; intestino cefálico, anterior, medio y posterior (Bértin, 1958). El estómago se encuentra en el segmento anterior. La degradación de los alimentos consumidos se lleva a cabo en distintas etapas según el alimento atraviesa un segmento u otro del tubo digestivo. En este estudio se analizó el estómago para facilitar la visibilidad del contenido en BF y ALBL, puesto que en el intestino medio y posterior el alimento se encuentra más digerido.

Este estudio tuvo como objetivo determinar si las tilapias utilizan como principal fuente de consumo el BF a pesar de haber sido alimentadas también con ALBL. Para ello se calculó el Índice de Importancia Relativa (IIR) y se analizaron los estómagos de las tilapias para comprobar la presencia de BF.

El IIR permite conocer la fuente principal de consumo de las tilapias, por lo que el cálculo del mismo muestra si los especímenes analizados presentan mayor preferencia por el BF que por el ALBL.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Cultivo y mantenimiento de los especímenes

Se contó con una muestra total de 89 tilapias cultivadas en el laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc” de la Universidad Técnica de Manabí, ubicado en el Jardín Universitario de la ciudad de Portoviejo.

El mantenimiento de los individuos cultivados se llevó a cabo proporcionando dos fuentes de alimentos:

- A) Biofloc
- B) ALBL suministrado al 5 % del peso total de la población

## 2. Elaboración del biofloc

Para elaborar el biofloc se introdujeron paulatinamente al sistema organismos como algas, bacterias, levaduras y nematodos tanto de agua dulce como salada.

La convivencia de especies de agua salada con las de agua dulce y la acción de factores ambientales como el clima, la presión atmosférica o gases disueltos, conllevó a la adaptación de todos los especímenes cultivados para vivir en simbiosis. En la Figura 1 se observa como los distintos organismos que componen el BF se adaptan de forma que la interrelación entre ellos facilita el cultivo de tilapias en este medio.

## 3. Obtención de la muestra

El día 23 de septiembre de 2014 se tomó la muestra de BF del tanque de cultivo para la observación a distintos lentes 4X, 10X y 40X.

Se realizó la obtención de la muestra de 27 tilapias, escogidas de forma aleatoria con un rango de peso de entre 250 g y 55 g. La heterogeneidad del grupo se debió a que se encontraban en etapa reproductiva.

## 4. Extracción de los estómagos

Aplicando las técnicas de Laevastu (1980) y Marrero (1994), una vez efectuada la disección de los peces, se identificaron las diferentes partes del tubo digestivo (Olaya-Nieto *et al*, 2009). Ya despejados los órganos, solo se analizó el estómago.

### • Procedimiento:

1. Tras ser capturado cada espécimen del tanque, se procedió a la disección y extracción de los estómagos. Para ello se llevaron a cabo medidas de asepsia de los materiales y la zona de trabajo mediante la utilización de guantes de látex, desinfección con alcohol al 96 % y formol puro.
2. Para la disección se realizó una incisión de manera precisa para no dañar el estómago en la región ventral, desde la región cloacal hasta sínfisis mandibular.

3. A continuación se retiraron todos los órganos del tubo digestivo y se identificó el estómago para ser extraído posteriormente y proceder al análisis.

## 5. Análisis de la muestra

El siguiente procedimiento fue llevado a cabo en cada uno de los especímenes analizados:

1. De la muestra de 27 tilapias se calculó el peso total (WT) de cada individuo al gramo más cercano con una balanza electrónica Ohaus de 5 kg ( $\pm 1$  g) de capacidad.
2. Se colocó en una caja Petri el estómago extraído de cada tilapia para proceder a la primera pesada, en la que se obtuvo el peso del estómago lleno.
3. Para la siguiente pesada y obtener el valor del estómago vacío, se hizo una incisión en la región fúndica del estómago de cada individuo y se extrajo el contenido estomacal, colocando una muestra en un portaobjetos y desechando el resto.
4. La diferencia obtenida entre el valor del estómago lleno y el vacío proporcionó el peso real del contenido estomacal.

Para ser considerado estómago lleno, debía presentar un peso mínimo de 0,1 gramos de contenido estomacal. Si el peso era inferior se consideraba vacío, empero, se tomaba la muestra del estómago vacío para ser observada al microscopio, comprobando si había BF para ser considerada posteriormente en los cálculos de la frecuencia de ocurrencia.

5. Para comprobar la presencia de BF en los estómagos, la muestra del contenido estomacal fue observada al microscopio a 4x, 10x y 40x, separando, identificando y enumerando el contenido de algas y colonias bacterianas.

## 6. Variables

Para este estudio fueron consideradas dos variables dependientes:

- A) Biofloc
- B) ALBL

Se consideraron variables dependientes porque están en función del manejo disciplinado del ser humano en el sistema de producción y son constantes a lo largo de todo el año.

Como variable independiente fueron consideradas la tilapias, ya que se alimentan de acuerdo a sus necesidades y no dependen del manejo del ser humano.

## 7. Cálculos

Una vez realizado este proceso se realizaron los siguientes cálculos:

**A. El coeficiente de vacuidad (CV)** según la técnica de Windell (1978).

- $CV = 100 * N^{\circ} \text{ est\u00f3magos vac\u00edos} / N^{\circ} \text{ total de est\u00f3magos analizados.}$

**B.** Se partió de dos métodos para cuantificar el contenido estomacal, expresado en **Frecuencia de Ocurrencia (FO)** y **Gravimetría (G)** según la técnica de Windell (1978).

- $FO = 100 * \text{Ocurrencia de presas} / N^{\circ} \text{ total de est\u00f3magos con alimento.}$
- $G = 100 * \text{Peso de las presas} / \text{Peso de todas las presas.}$

Puesto que a la hora cuantificar tanto la ocurrencia de presas (BF y ALBL) como sus pesos, se presentó la dificultad de no poder separarlas, se realizaron las siguientes modificaciones para efectuar los cálculos:

- $FO_1 = 100 * N^{\circ} \text{ de est\u00f3magos que presentan BF} / N^{\circ} \text{ de est\u00f3magos analizados.}$
- $FO_2 = 100 * N^{\circ} \text{ de est\u00f3magos que presentan ALBL} / N^{\circ} \text{ de est\u00f3magos analizados.}$
- $G_1 = 100 * \text{peso del ALBL} / \text{peso total de contenido estomacal.}$
- $G_2 = 100 * \text{peso del BF} / \text{peso total de contenido estomacal.}$

Los pesos de ALBL y BF se obtuvieron de la siguiente manera:

- $\text{Peso ALBL} = N^{\circ} \text{ de est\u00f3magos con ALBL} * \text{Peso del contenido estomacal total.}$   
 $N^{\circ} \text{ total de est\u00f3magos analizados}$
- $\text{Peso BF} = \text{Contenido estomacal} - \text{Peso ALBL.}$

## C. Índice de Importancia Relativa (IIR)

Para el cálculo del IIR en presas que componen la dieta, se llevó a cabo la metodología establecida por Olaya y Nieto *et al.* (2009):

- $IIR = FO * G / 100$

Donde FO es el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia y G es el porcentaje gravimétrico.

Esta expresión es porcentual, presentando un rango de 0 a 100, donde el rango evaluativo de 0 a 10 % representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40 % grupos de importancia relativa secundaria y de 40 a 100 % grupos de importancia relativa alta.

## 3. RESULTADOS

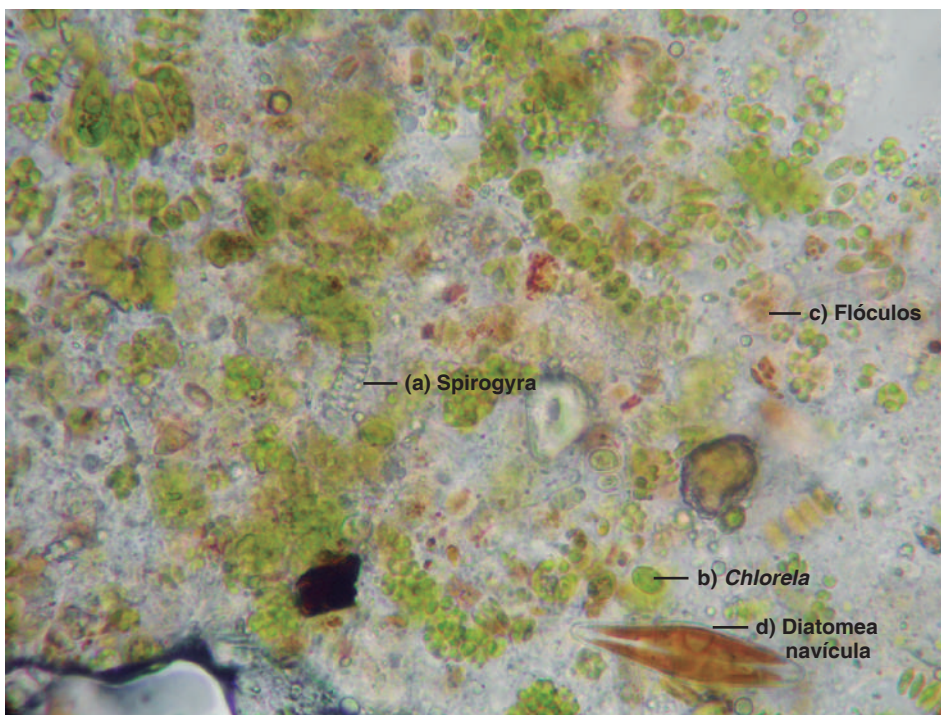
### Observación de la toma de la muestra del BF

Se observó el BF en el que los peces fueron cultivados, este es un BF maduro y evidenció la comunidad que en el habitan, la adaptación que los organismos han sufrido para lograr la convivencia (Figura 1). En la Figura 2 se observa un metazoo alimentándose de flóculos, de forma que favorece el control del crecimiento bacteriano y la supervivencia de los organismos que los pastorean, ya que estos son fuente de alimento de los peces.

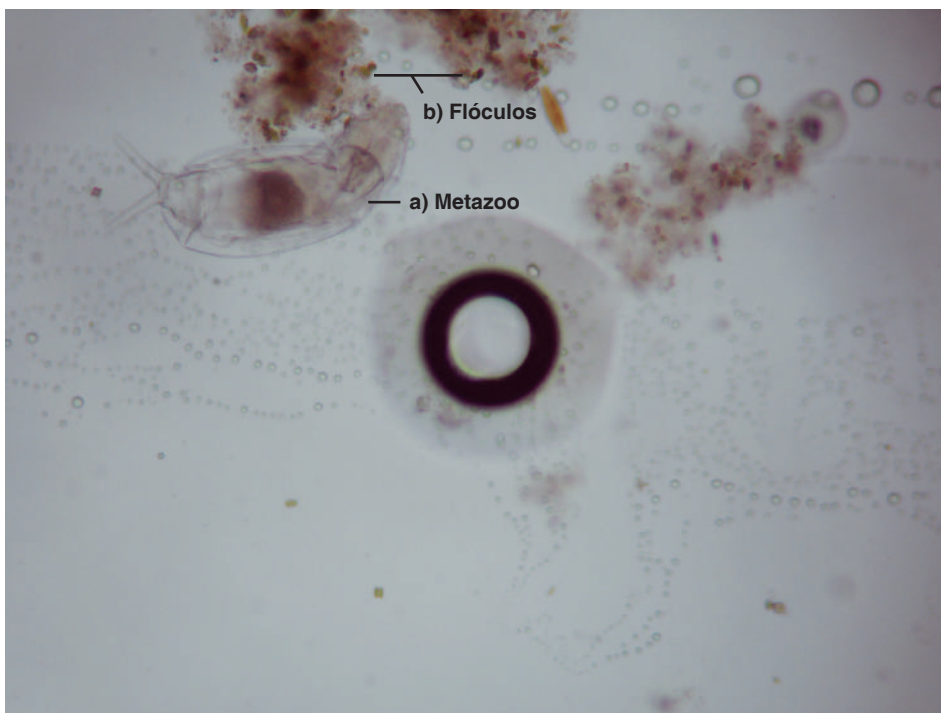
### Observación del contenido estomacal

Tras haber sido observado en el microscopio en distintos lentes de 4X, 10X y 40X, se identificó en el contenido estomacal restos de ALBL digerido y componentes del biofloc en los individuos analizados (Figuras 3 y 4). Nótese también la ausencia de meiobentos como el metazoo analizado en los componentes del BF (Figura 2).

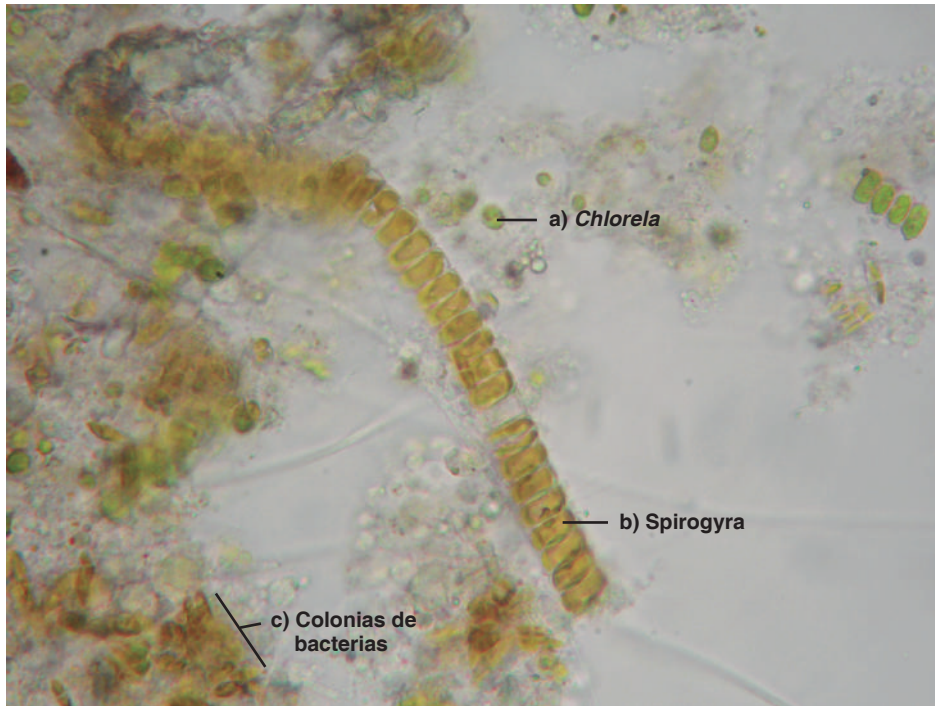




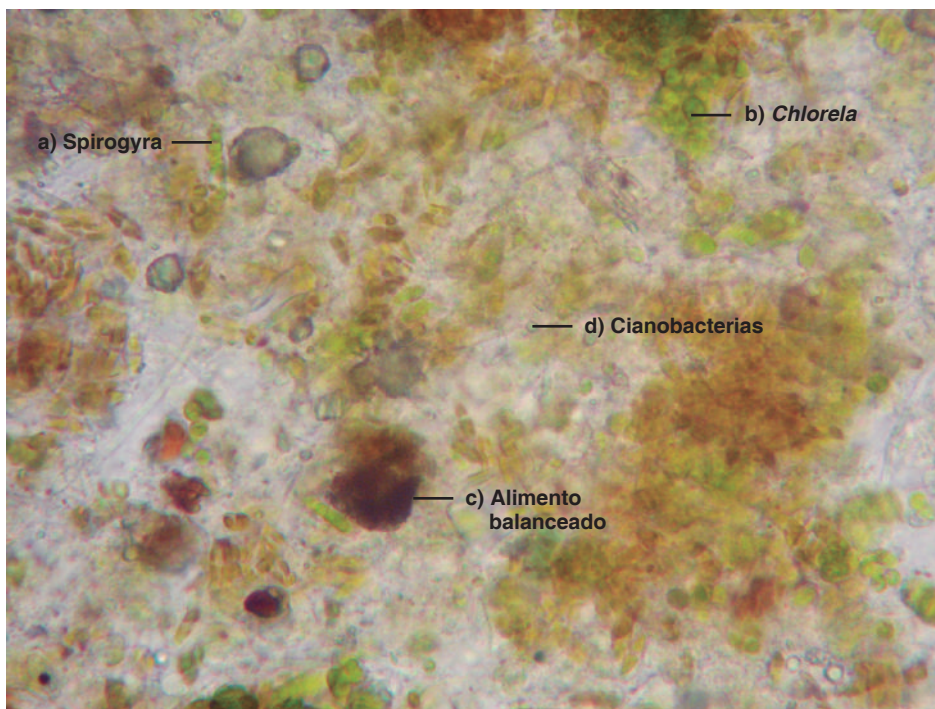
**Figura 1.** Biofloc en estado maduro y los organismos que lo conforman vista al microscopio en el lente de 10X: a) *Spirogyra* sp, b) *Chlorella*, c) Flóculos, d) *Diatomea navícula*. (Tomada del laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc”).



**Figura 2.** Metazoo fagocitando a los flóculos observada en un microscopio de 10X. a) Metazoo, b) Flóculos (Tomada del laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc”).



**Figura 3.** Contenido estomacal en el que se observa biofloc maduro visto al microscopio (10X) con: a) *Chlorella*; b) *Spirogyra*; c) Colonias de bacterias (tomada del laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc”).



**Figura 4.** Contenido estomacal observado en un lente de 40X identificando: a) *Spirogyra sp*, b) *Chlorella sp*, c) Alimento balanceado, y d) *Cianobacterias* que aportan oxígeno. (Tomada del laboratorio de “Cultivo Sustentable de Peces y Crustáceos con Tecnología Biofloc”).

Tras el análisis de los 27 especímenes estudiados se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 1):

**Tabla 1.** Resultado de los especímenes estudiados.

Número de individuos analizados	27
Peso total de las tilapias	3 298,46 g
Número de estómagos llenos	23
Número estómagos vacíos	4
Número de estómagos que contienen BF	27
Estómagos que contienen ALBL y BF	11
Peso total de los estómagos llenos	25,85 g
Peso total de los estómagos vacíos	18, 17 g
Peso total del contenido estomacal	7,68 g

### 1. Resultados de la Gravimetría (G)

La G expresa, en porcentaje, el contenido estomacal de BF y ALBL.

Los resultados de análisis gravimétrico los observamos en la siguiente tabla (Tabla 2):

**Tabla 2.** Peso del contenido estomacal en porcentaje.

% de BF en el contenido estomacal total	59,38 %
% de ALBL en el contenido estomacal total	40,63 %

### 2. Resultados del Coeficiente de Vacuidad (CV)

El CV calcula, en porcentaje, la cantidad de estómagos vacíos de los especímenes analizados.

Del total de la muestra (27 estómagos) el 14,81 % (4 estómagos) fueron considerados vacíos por no presentar un peso mayor a 0,1 g.

### 3. Resultados del Índice de Importancia Relativa (IIR)

El IIR mostró que el BF puede ser considerado alimento de alta importancia en la dieta de las tilapias ya que su IIR es de 80,5 %, en cambio, el ALBL puede ser considerado de importancia secundaria ya que su IIR es de 15,03 % (Tabla 3).

**Tabla 3.** Importancia relativa del contenido estomacal.

Componentes	Índice de Importancia Relativa		
	Baja 0% - 10%	Secundaria 10%- 40%	Alta 40% - 100%
BF	-	-	80,50
ALBL	-	15,03	-

### 4. Resultados de la Frecuencia de Ocurrencia (FO)

La FO mide el número de veces, en porcentaje, que se presenta BF/ALBL en el total de estómagos analizados (27). Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla (Tabla 4).

**Tabla 4.** Ocurrencia en porcentajes del alimento en los estómagos.

Frecuencia de Ocurrencia de Biofloc	100%
Frecuencia de Ocurrencia de ALBL	40,74%

## 4. DISCUSIÓN

Como se expuso anteriormente (Tabla 2), el cálculo del IIR realizado a la muestra de tilapias, mostró que el BF puede ser considerado como alimento de alta importancia en relación al ALBL suministrado. En cambio, se ha de tener en cuenta que este índice mide el alimento por el que los individuos analizados tienen mayor preferencia y no el que le resulta más nutritivo o digerible para ellos.

Una de las ventajas del cultivo de tilapias radica en que, a diferencia de otras especies, estos peces se alimentan con una fuente elevada de productos vegetales como follajes, granos y plantas acuáticas, ya que su capacidad de sintetizar pH muy bajos en sus estómagos, aumenta su habilidad para digerir carbohidratos. La digestión y absorción de alimentos ricos en carbono dependerá de la cantidad de fibra alimenticia, tamaño de los peces o el tipo de carbohidrato que contenga el alimento.

En el contenido estomacal de los peces estudiados se encontró una presencia alta de *Chlorelas*, alga con un elevado contenido en celulosa no asimilable por los peces (Bardach-



Lagler, 1990). Se puede considerar positiva la presencia de esta alga en la dieta de las tilapias porque su alto contenido en fibra favorece la producción de biomasa del BF (Shiau, 1997), sin embargo, al no ser su contenido en nutrientes aprovechable para el pez, no se debería considerar la *Chlorella* como un alimento de alta calidad nutricional.

En la actualidad, la BFT no es una técnica muy extendida en sistemas de producción acuícola, sin embargo, en las últimas décadas el número de estudios relacionados con ella ha ido en aumento, lo que permite avizorar el potencial de los flóculos en los sistemas acuícolas, tanto para el tratamiento de descargas de agua como sustrato alimenticio de especies de mar y agua dulce como peces y crustáceos.

Según Avnimelech (2007), la producción de BF depende de varios factores: el sustrato orgánico que se suministre a la comunidad microbiana, la excreción de componentes de alimento no utilizado por los peces, la calidad del sustrato proveído como la tasa de C/N, y la biodisponibilidad, así como las condiciones ambientales y del manejo entre ellas la temperatura, la salinidad, la tasa de recambio de agua o la intensidad de la mezcla.

En este sentido, el ALBL suministrado a los peces cultivados en este estudio podría haber constituido un papel fundamental en la producción de biomasa en el BF, lo que llevaría a reconsiderar los resultados obtenidos en el cálculo del IIR, en que el ALBL se muestra como sustrato de importancia secundaria para el pez. Si bien es cierto que las tilapias no lo escogieron como fuente primaria, no se debe obviar su posible papel en el desarrollo del BF, escogido como alimento principal por los peces.

## 5. CONCLUSIONES

El cálculo del IIR mostró que las tilapias analizadas tuvieron una mayor preferencia hacia los sustratos alimenticios provenientes del BF que hacia los del ALBL, lo que podría indicar que las condiciones ambientales y de manejo fueron las adecuadas para favorecer el desarrollo óptimo del BF y convertirlo en la fuente primaria de preferencia para los peces.

Teniendo en cuenta la literatura consultada, para que haya una producción de BF rica en biomasa, es necesario la administración adecuada y disciplinada de los sustratos alimenticios, resultando altamente importante la presencia de nutrientes con elevado contenido en elementos carbonados y nitrogenados. Este hecho lleva a considerar que el ALBL suministrado fue fundamental para favorecer el crecimiento de los elementos que componen el BF, por tanto, aunque el IIR haya mostrado que el ALBL fue de preferencia secundaria para las tilapias, se considera que este podría haber tenido un papel importante en el desarrollo óptimo de los componentes del BF.

## 6. RECOMENDACIONES

Una vez que se ha comprobado que las tilapias muestran una afinidad alta hacia el BF como fuente de alimento, se podría recomendar llevar a cabo futuras investigaciones enfocadas en la reducción del porcentaje de suministro de ALBL, sin que el valor nutricional del BF o las características organolépticas de los individuos cultivados se viese afectada.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Asaduzzaman M., Rahman M.M., Azim M.E., Islam M.A., Wahab M.A., Verdegem M.C.J. & Verreth J.A.J. (2010)** Effects of C/N ratio and substrate addition on natural food communities in freshwater prawn monoculture ponds. *Aquaculture* 306,127-136.

**Avnimelech Y. 2007.** Feeding with microbial flocs

by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture* 264; 140-147.

**Avnimelech Y. (1999)** Carbon and nitrogen ratios as control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176 ,227-235.

**Azim, M.E. and D.C. Littlea. 2008.** The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality,

biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283(1-4): 29-35.

doi:10.1016/j.aquaculture.2008.06.036.

**Ballester E.L.C., Abreu P.C., Cavalli R.O., Emerenciano M., Abreu L. & Wasielesky W. (2010)** Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocculent intensive system. *Aquaculture Nutrition* 16, 163-172.

**Carbo, J., Celades, L. 2011.** Ensayos preliminares de engorde de Tenca (*Tinca tinca*) con Tecnología de Biofloc. Consultado el 12 de febrero del 2015: <http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/179057/P-175-Carb%C3%B3R.pdf?sequence=36>

**Chamberlain, G., Avnimelech, Y., McIntosh, R.P. & Velasco, M. 2001.** Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N. II: Composition and nutritional value of organic detritus, *The Global Aquaculture Advocate*, 11: 22-24.

**Charles Olaya-Nieto,\* M.Sc, Pedro Soto-Fernández, Acuicult, Javier Barrera-Chica, Acuicult. (2009).** Hábitus alimenticios de la mayupa (*Sternopygus macrurus* bloch & schneider, 1801) en el río sinú, Colombia. Recuperado el agosto de 2014, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682009000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682009000300002&script=sci_arttext)

**De Schryver, P, Crab, R, Defoirdt, T, Boon, N, Verstraete, W. (2008),** The basics of biofloc technology: the added value of aquaculture. *Aquaculture*; 277: 125-137

**Ekasari J., R. Crab and W. Verstraete. 2010.** Primary Nutritional Content of Bio-flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI Journal of Biosciences* 17(3):125-130.

**Emerenciano, M, Ballester, E, Cavalli, R, Wasielesky, W. (2012),** Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis*. *Aquacult. Res.* (43): 447-457.

**Ghanekar, A. (2009).** How biofloc technology reduces feed and filtration costs in recirculated shrimp nursery systems. *Aquacult Asia Pacific* 5 (3): 72 -74.

**Newman, S, (2011),** Understanding biofloc in aquaculture production systems. *Aquaculture Asia Pacific Magazine*, 7 (2): 25-26.

**Hargreaves, D. J. (Abril de 2013).** Biofloc Production Systems for Aquaculture. Recuperado el 2 de Agosto de 2014, de <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/259/>

**Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Bottero, J.Y., Villemin, G., Urbain, V., Manem, J., 1995.** Chemical and structural (2d) linkage between bacteria within activated-sludge flocs. *Water Res.* 29 (7), 1639-1647 Bardach, R; K, Lagler ;R, Miller; D, Pacino. 1990. AGT Editores S.A. 480 paginas.

**Krummenauer, D., Seifert, C.A., Poersch, L.H., Kipper Foes, G., Rodríguez De Lara, G., Wasielesky, W.(2012).** Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. *Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, Atlantica* 34 (2): 103-111.

**Kuznicki, L., E. Mikolajczyk, and P. L. Walne. 1990.** Photobehavior of euglenoid flagellates: theoretical and evolutionary perspectives. *Plant Sci.* 9:343-369.

**LAEVASTU T. Manual de métodos de biología pesquera. Zaragoza: Editorial Acribia; 1980.**

**LAGLER, K.F.; J.E. BARDACH; R.R. MILLER y D.R.M. PASSINO. 1990.** Ictiología. AGT Edit. México. 489 p.

**Marrero C.** Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora-Uneluz, Vicerrectorado de Producción Agrícola, Programa de Recursos Naturales Renovables, Museo de Zoología, Guanare; 1994.

**Ray, J, Dillon, K, Lotz, J. (2011).** Water quality dynamics and shrimp *Litopenaeus vannamei* production in intensive mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. *Aquacult. Eng.* 45: 127 -136.

**Salehizadeh, H., Van Loosdrecht, M.C.M., 2004.** Production of polyhydroxyalkanoates by mixed culture: recent trends and biotechnological importance. *Biotechnology Advances.* 22:261-279.

**Shiau S.Y. 1997.** Utilization of carbohydrates in warm water fish-with particular references to tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture* 151: 79-96.