

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE PARGO-UNAM Y LA TILAPIA DEL  
NILO BAJO EL SUMINISTRO DE DOS ALIMENTOS CON  
DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA EN UN SISTEMA DE  
BIOFLOC.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**ANARELI FLORES CRISPIN**

**Asesores:**

**MVZ Dr. Mario Garduño Lugo**

**BIOL. M en C Larisa Adriana Chávez Soriano**

**México, D.F.**

**2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Ma. Félix Crispín, señora madre, esto es el resultado de tus esfuerzos, sueños y sacrificios; mi padre Daniel Silva con altas y bajas en nuestra relación, pero siempre me has apoyado; mi hermano Brian Silva, quien ha sido un motor para seguir adelante y en algún momento me dijo: “si la vida te da limones, haz limonada”...

La Dra. Norma Rondero y el Dr. Benito León, por ser fuente de inspiración, admiración, respeto, apoyo y motivación para estudiar en la Universidad Nacional Autónoma de México, además de formar parte de esta pequeña familia desde hace ya muchos años.

Al Sr. Javier Tello (Q.E.P.D) por darme su apoyo incondicional cuando más lo necesite. Siempre te recordaré con mucho cariño y respeto.

A mi pequeño amigo Snoopy que de una u otra manera, me hizo ver que los humanos debemos tener conciencia, respeto y responsabilidad para con los demás seres vivos...

***“DE LOS ERRORES SE APRENDE”***

**¿LECCIÓN APRENDIDA?...**

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haber abierto sus puertas y así formarme como profesionalista.

Al personal académico y administrativo del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) por el apoyo otorgado durante mi estancia de investigación.

A la DGAPA-UNAM, por los recursos asignados al proyecto PAPIIT: IT201212 se adquirieron los equipos y reactivos necesarios para realizar los análisis químico proximales de las muestras de peces obtenidas.

A la empresa Tilapia1 ACUACULTURA y al MVZ Emmanuel Garduño Viveros por la beca otorgada para mi manutención durante mi estancia en el CEIEGT.

A mi asesor Dr. Mario Garduño por siempre apoyarme en todo lo que necesitaba para mi experimento y a la Biol. Larisa Adriana Chávez por ayudarme en la redacción de este escrito.

A los integrantes de trabajo del MEIA: Biol. Germán Muñoz al aclarar dudas académicas y por esas horas de platica; IAZ Martha Salazar a quien admiro a nivel profesional y personal; Don Levi y Diego por esas frutas regaladas, pláticas y el apoyo brindado.

A mis “hermanitos” Erik GC, Angélica OL, Ángeles DM y mi tío Tomás CP por confiar en mí y darme apoyo en todo momento.

Al IIA Francisco Hernández Lorenzo por esas largas horas en el laboratorio y esos desvelos con los números, sin ti, la estadística y yo seguiríamos batallando; a la MVZ Lucy por su paciencia al capacitarme en el laboratorio.

A Itzel Álvarez y familia, por su amistad, y permitirme entrar en su casa y a su mesa, en donde aprendí cosas nuevas de la región y de la apicultura; a Alejandra Rebollo por enseñarme varias cosas y hacerme conocer varios de mis propios límites y tolerancia; al equipo BriCa Apiarios por abrirme las puertas de su casa, ofrecerme recuerdos y conocimientos; a esas nuevas y no tan nuevas amistades que conseguí en el Clarín y que me hicieron reír a más no poder: Mariana, Anayeli, Alejandro, Silvana, Teresa e Ivonne; a Peta quien en esta última etapa estuvo para escuchar y darme porras; a mis amigos Isabel, Natty, Marco, Tere, Beto Palomares, Roberto Cagigas, Heber, Alberto Cosio, Juan Santiago, David Sánchez y a todas aquellas personas con las cuales compartí muchas experiencias a lo largo de mis estudios académicos; por último pero no menos importante a los chic@s del “Panal” donde encontré muy buenos amigos permitiéndome entrar en su mundo con varios gustos en común además de la carrera.

# CONTENIDO

RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
Antecedentes .....	6
Producción de tilapia y sus requerimientos nutricionales.....	7
Alternativas de nutrición para tilapia.....	8
Composición química del biofloc .....	10
Composición química corporal de la tilapia .....	10
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos .....	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
Lugar de experimentación .....	14
Instalaciones y unidades experimentales .....	14
Análisis químicos del biofloc y los alimentos .....	18
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	20
RESULTADOS .....	21
Composición química de biofloc .....	21

Composición química inicial del filete de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU). .....	21
Composición química del filete al día 45 .....	21
Composición química del filete al día 90 .....	22
Composición química de la canal al día 45 .....	22
Porción de la grasa celómica .....	24
DISCUSIÓN .....	26
CONCLUSIONES .....	34
REFERENCIAS.....	35
FIGURAS .....	46
Lugar de experimentación .....	46
Ejemplares machos de las poblaciones de tilapia empleadas .....	47
Estanque de biofloc con las jaulas flotantes .....	48
Obtención de las muestras frescas .....	49
Trabajo en el laboratorio.....	51
LISTA DE CUADROS.....	56
Composición química del biofloc .....	56
Composición química del filete .....	57
Composición química de los filetes de NG y PU, al día 45.....	57
Composición química inicial de la canal .....	63

Composición química de la canal al día 45 .....	64
Composición química de la canal al día 90 .....	67

## RESUMEN

FLORES CRISPIN ANARELI. Composición química del Pargo-UNAM y la tilapia del Nilo bajo el suministro de dos alimentos con diferentes niveles de proteína en un sistema de biofloc. (Dirigido por: MVZ Dr. Mario Garduño Lugo y la Biol. M en C Larisa Chávez Soriano)

Para lograr la meta de aumentar el consumo de pescado de los seres humanos, de 9.9 a 19.2 kg *per cápita* por año en las próximas dos décadas, se deberá incrementar su producción en 40%. Ese aumento requerirá de más generación de materias primas para alimentar las especies acuáticas para abasto. De los nutrientes requeridos por estos organismos, la proteína es el principal insumo debido al tipo de metabolismo de los peces y también es el ingrediente más caro de las fórmulas alimenticias. Las tilapias al usar sus branquias, son capaces de aprovechar alimento natural producido en los mismos estanques, derivado de la materia prima de alimentos y metabolitos de los organismos. Por ello, la finalidad de este estudio fue determinar si una disminución de proteína de las dietas empleadas, puede complementarse con el consumo de alimento natural (biofloc) y si esto, tiene un efecto sobre la composición química de las tilapias evaluadas. Se determinó mediante métodos estándar el contenido de: humedad (H), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y ceniza (CEN) del filete y canal de la tilapia del Nilo de tipo silvestre (NG) y la población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM (PU), a los días: 1, 45 y 90 de su cultivo, el cual se llevó a cabo en jaulas flotantes bajo un sistema de biofloc (BF). Se compararon seis tratamientos: PU solo biofloc (PUBF), PU con alimento de 28% de PC (PU28), PU con 32% PC (PU32); NG solo biofloc (NGBF), NG con alimento de 28% de PC (NG28), NG

con alimento de 32% PC (NG32), los cuales se eutanasiaron por decapitación rápida tres peces por cada jaula. En los análisis químicos del filete de los días 45 y 90, no se observaron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) para: H, PC, EE y CEN en ambas tilapias. En cuanto a la canal, a los 45 días, se apreciaron diferencias en H y PC en el PU y en NG en cenizas. Al día 90, solo se encontraron diferencias en EE de NGBF y PUBF, en comparación con los que consumieron alimento con 28 y 32% de PC, los cuales presentaron un EE similar. La disminución de la proporción de proteína en el alimento de las tilapias evaluadas, no afectó su composición química debido a la ingesta de biofloc.

**Palabras clave:** alimento natural, tilapia, biofloc, composición química

## ABSTRACT

FLORES CRISPIN ANARELI. Chemical composition of wild type Nile tilapia and Pargo-UNAM tilapia under feeds with different protein content in a biofloc culture system (directed by: MVZ Dr. Mario Garduño Lugo and Biol. MC Larisa Chávez Soriano).

To achieve the goal of annual fish consumption from 9.9 kg to 19.2 kg per *cap* every year in the next two decades, production should be increased by 40%. However, more amounts of feedstuffs will be mandatory to produce the necessary feeds to reach such goal. From the required nutrients by these organisms, the protein is the main supply due to the metabolism of the fish and it is also the most expensive ingredient of food chains. The tilapia to use their gills is able to harness the natural food produced in ponds derived from feedstuffs and metabolites from organisms. With the aim to know if a reduction of protein content in commercial feeds could be compensated filtering natural food (biofloc) and if such reduction can affect the chemical body composition of the meat in the two groups of tilapias. In a study through standard methods: moisture (M), crude protein (CP), ether extract (EE) and ash (AS) contents were determined in fillet and carcass in Nile tilapia grey (NG) and the synthetic population of the red tilapia Pargo-UNAM (PU), at the days: 1, 45 and 90, in a cage culture under biofloc system (BF). Six diets were compared: PU with biofloc only (PUBF); PU with 28% of CP (PU25 %) feed; PU with 32% CP (PU32); NG just biofloc (NGBF); NG with 28% of CP (NG25) feed and NG with 32% CP (NG32) feed, three fish/floating cages were euthanized through quick decapitation. At the days 45 and 90, there were no differences found ( $P \geq 0.05$ ) among diets: M, CP, EE and AS in the fillet of both tilapias. In the carcass at the 45 day minor differences were found in M, CP in PU and in NG

in the ash content. On the day 90, only fewer differences EE in NGBF and PUBF were found ( $P \leq 0.01$ ), in comparison to those fish that ate feeds with 28 and 32% of CP, which were similar for EE. Reduction of the protein level in diets evaluated did not affect the fillet and carcass chemical composition of the two groups of compared tilapias due to biofloc intake.

**Key Words:** Natural feed, tilapia, Biofloc, chemical composition

## INTRODUCCIÓN

Debido a la elevada demanda de los recursos pesqueros que se han empleado para consumo humano y para la elaboración de alimentos pecuarios en los últimos 50 años, se considera que prevenir el desabasto para las próximas décadas sean empleadas ciertas alternativas para aumentar la producción de acuicultura tomando en consideración aspectos fundamentales como incluir materias primas abundantes que puedan cubrir los requerimientos nutricionales de los organismos acuáticos cultivados. Así como que su carne continúe aportando la calidad nutricional que la población humana requiere, debido a que se le considera como fuente importante de proteína de origen animal que mantenga la nutrición y salud (Shearer DK 1994; Gjedrem T 1997; Huss HH 1999; Risso S Fernandez S Ureta D Cordoba O Balzaretto V y Sánchez E 2000; El-Sayed AFM 2006; Rubio OL 2007; Liping L y Fitzsimmons K 2011; FAO 2014).

La harina y aceite de pescado, consideradas como una fuente de proteína de elevada calidad por su alta palatabilidad, niveles de energía y proteína digestible (Webster C y Tidwell J 1992; El-Sayed AFM 1999; Rakocy JE 2009; CSP 2010; Emerenciano M Gaxiola G y Cuzon G 2013; FAO, 2014; Keshavanath P 2014) se han reducido, lo cual conlleva a un aumento en los precios de aquellos productos que se usan para la elaboración de insumos pecuarios, por lo que el uso de subproductos se ha incrementado y como consecuencia ha habido una disminución en la calidad del alimento balanceado (Rakocy JE 2009; Emerenciano M *et al* 2013; FAO, 2014; Keshavanath P 2014). En los próximos 20 años la producción acuícola aumentará un 62%, para así abastecer la demanda de alimentación, sobre todo en países emergentes (Avnimelech Y 2009; Liping L *et al.* 2011;

FAO 2014). Con el fin de satisfacer este aumento en la demanda de proteína animal para consumo humano, la acuicultura tiene la necesidad de suministrar productos acuícolas con buen aporte nutricional (Quémér L Suquet M Mero D y Gaignon J-L 2002) ya sea, de forma directa como alimento artificial exógeno o, indirectamente, al aportar alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua donde los peces estén siendo cultivados (FAO 1989). Sin embargo, en función de las alternativas que se empleen, su sustitución por otros ingredientes podría modificar las propiedades químicas del pescado de acuicultura (FAO 2014).

## **Antecedentes**

La pesca y la acuicultura realizan contribuciones importantes al bienestar y prosperidad humana. Actualmente, la carne de pescado constituye una fuente esencial de alimentos nutritivos para la población mundial (Liping L *et al* 2011). El departamento de asuntos económicos y sociales de la Organización de la Naciones Unidas (ONU) menciona que actualmente hay cerca de 7,300 millones de personas en el mundo (DESA 2014) y la FAO indica que el consumo *per capita* de pescado aumentó en promedio de 9.9 a 19.2kg anual de 1960 al 2012 (FAO 2014). Por lo que la carne de pescado ha adquirido importancia por parte de los consumidores, ya que esta directamente relacionado con la salud y la nutrición (Risso S *et al* 2000; El-Sayed AFM 2006, Liping L *et al* 2011). Desafortunadamente, esta calidad puede variar por factores endógenos o exógenos como: la genética (tamaño, sexo, ciclo de producción), las dietas *per se* (composición, frecuencia de alimentación, cantidad de alimento, entre otros) y el medio ambiente (factores físico-químicos del agua, tipo de sistema de producción, etc.) (Shearer DK 1994; Al-Ogaily SM Al-Asgah NA y Ali A 1996;

Huss HH 1999; Ogata HY y Shearer DK 2000; Zarza ME 2004; El-Sayed AFM 2006; Rubio OL 2007). Aun cuando la composición química pueda variar por los factores mencionados, el pescado sigue aportando su valor nutricional, el cual es similar al de otros productos cárnicos que consume el humano como la de bovino, porcino y avícola, entre otras (FAO, 2007; Liping L *et al* 2011).

## **Producción de tilapia y sus requerimientos nutricionales**

Las tilapias (*Oreochromis* spp) son peces tropicales que se adaptan a diferentes sistemas acuícolas de producción (El-Sayed AFM 1999; Olvera NM 2005; Rakocy JE 2009), por lo que, a lo largo del tiempo, se ha ido incrementado su consumo, tanto a nivel nacional como internacional (Lorenzo JL 2001; CSP 2010; Liping L *et al* 2011; FAO 2014). La especie es apreciada por las características que ofrece su carne, tales como: color blanco-rosado, bajo en lípidos, sin espinas intermusculares y olor ligero a pescado (Balarin JD y Hatton JP 1979; Jaucey K y Ross B 1982 y Garduño M Granados I Olvera MA y Muñoz G 2003). Su alimentación en etapa de engorda es de tipo omnívora (Meyer D 2001; Hurtado NT 2005; El-Sayed AFM 2006; Saavedra M 2006; Liping L *et al* 2011) incluyendo el alimento natural producido en los estanques, el cual consume por medio de sus branquiespinas y micro-branquiespinas, que son estructuras anatómicas ubicadas en la parte interna de las branquias, adhiriendo los materiales con moco, para posteriormente deglutirlos, formando un bolo de alimento, el cual pasa a la faringe en donde los más grandes son mecánicamente triturados por los dientes faríngeos. (Dempster P Baird DJ y Beveridge MCM 1995; Klinge LO Linch HC y Loza AA 2000; Meyer D 2001; Saavedra MA 2006 y Liping L 2011). Las

dietas empleadas para engorda de tilapia deben basarse principalmente en el aporte de proteína de 25-32% en sistema de agua clara, (Meyer D 2001; Mjoun K y Rosentraeter KA 2010) para satisfacer las necesidades asociadas con la hidrólisis de las proteínas y otros procesos relacionados con la digestión, evitando que haya acumulación excesiva de lípidos como reserva energética. (Hanley F 1991; Luquet P 1991 y Rubio OL 2009).

### **Alternativas de nutrición para tilapia**

En el área de cultivo de tilapia, se han buscado nuevas alternativas para complementar la alimentación en estas producciones, (Crab R Defoirdt T Bossier P y Verstraete W 2012; FAO 2014) como el empleo de la tecnología denominada biofloc (BFT) (Milstein A Avnimelech Y Zoran M y Joseph D 2001; Serfling SA 2006; Avnimelech Y y Kochba M 2009; Mangondu EW 2012; SAGARPA 2012 y Keshavanath P 2014). El biofloc producido en los estanques, está constituido por partículas orgánicas denominadas flóculos que se encuentran suspendidos en el agua o adheridas a las paredes de los estanques. Dichas partículas engloban el material orgánico particulado sobre el que se desarrollan microalgas, organismos microscópicos en diferentes proporciones (60 a 70% de protozoarios, rotíferos, hongos y un 30-40% de coloides, polímeros orgánicos, cationes, células muertas, entre otros) y en especial, una gran diversidad de bacterias heterotróficas (Chu C y Lee D 2004; Hargreaves JA 2006; SAGARPA 2012; Monroy MC Lara R Castro J Castro G y Coelho M 2013). El cultivo de peces en sistema de biofloc es una derivación de los sistemas de recirculación de agua, en los que no se utilizan filtros mecánicos, ni biológicos convencionales y tampoco recirculación. Los residuos orgánicos generados en la

producción (heces, mucus de los peces y alimento no consumido) son reducidos y mantenidos en suspensión dentro de los propios estanques, sirviendo como sustrato para el desarrollo de las bacterias heterotróficas. Estas bacterias se encargan de la depuración de la calidad del agua, utilizando compuestos nitrogenados potencialmente tóxicos para los peces (amoníaco, nitrito y nitrato) para realizar la síntesis de proteínas y de la biomasa microbiana, que enriquece a los bioflocs. Para que esto ocurra de forma eficiente, es necesario mantener adecuados niveles de oxígeno, pH y alcalinidad en los estanques de cultivo. Otro punto importante para que se desarrolle el biofloc en los estanques, es mantener una relación C:N próxima a 20:1 en los residuos orgánicos presentes en el agua, lo que se realiza a través de la adición de diversas fuentes de carbono y/o de la alimentación de los peces con ración de bajo contenido de proteína. (Crab R Avnimelech Y Defoird T Bossier P y Versatraete W 2007; Azim M y Little D 2008; Avnimelech Y 2009; Kubitza F 2011 y Monroy MC *et al* 2013).

La finalidad de que se genere el biofloc en el agua es proporcionar a los peces un alimento natural derivado de los compuestos nitrogenados producidos en el mismo ambiente para disminuir los costos de alimentación y de manera indirecta, contribuir a la conservación del medio ambiente. Por otro lado, también se desea darle un valor agregado a las producciones al mejorar las tasas de aprovechamiento de los alimentos (Meyer D 2001; Milstein A *et al* 2001; Serfling SA 2006; De Schryver P Crab R Defoirdt T Boon N y Versatraet W 2008; Technion 2010; Liping L *et al* 2011).

## **Composición química del biofloc**

Diferentes estudios se han realizado sobre el AQP del biofloc, en los que se menciona que puede contener un nivel de proteína variable con un rango aproximado de 12-49% en base seca, <0.1-12.5% en extracto etéreo, 0.8-12.6% de fibra cruda y 13.4-46% en cenizas, este rango de variación es dependiente de cada sistema (Azim M *et al* 2008; SAGARPA 2012 y Emerenciano M *et al* 2013).

## **Composición química corporal de la tilapia**

En tilapia del Nilo gris (*Oreochromis niloticus.*) (NG) se reporta que la composición química de la canal al ser alimentada con fórmulas balanceadas en sistema de agua clara puede alcanzar un rango de: 72-80% de humedad (Hum); 13-25%; en proteína cruda (PC); 0.79-8.5% en extracto etéreo (EE) y ceniza (Cen) de 0.5-1.5% (Hanley F 1991; Lorenzo JL 2001 y Alemu LA Melese AY y Gulelat DH 2013). Rubio (2009) describe que la composición corporal Pargo-UNAM (PU) tiene: una Hum de 75.72%, PC de 15.96%, EE de 12.01%; y Cen de 4.55%.

En cuanto a la composición química del filete en NG, puede tener un rango de Hum 76.3-77.9%; PC de 16.3-17.4%; EE 0.90% y Cen 1.08-1.22% (Garduño M Herrera JR Angulo JO Muñoz G y De la Cruz J 2007; Rubio OL 2007 y Mejia G 2009); y en PU con un rango de Hum 76.3-77.9%; PC 16.7-18.6%; EE 1.25-2.48% y Cen 1.25-1.26% (Rubio OL 2007 y Mejia G 2009).

## **Tejido adiposo celómico**

La presencia de tejido adiposo intraperitoneal (también denominado celómico) y la proporción de lípidos en la canal o filete de tilapia, de acuerdo con algunos autores, es inversamente proporcional a la cantidad de humedad y proteína que estos consuman y asimilen en su organismo (Naylor RL Goldberg RJ Primavera JH Kautsky N 2000).

En cualquiera de las dos especies, el porcentaje del químico proximal puede variar por factores externos e internos en que se esté manejando en el sistema en cuestión. (Lorenzo JL 2001; Rubio OL 2009 y Alemu LA *et al* 2013). En cuanto al nuevo grupo genético de tilapia, denominado Pargo-UNAM no se ha realizado ningún estudio en donde se evalué la composición química corporal al ser alimentado con esta nueva alternativa complementaria.

Por lo que la finalidad del presente estudio, fue determinar si el consumo de biofloc por los dos grupos genéticos estudiados, puede complementar la reducción en la proporción de proteína en la dieta, sin que se vea afectada la composición química de sus tejidos consumibles.

## **Hipótesis**

La disminución en la proporción de proteína en la dieta de la tilapia del Nilo y de la población sintética de tilapia roja, denominada Pargo-UNAM, será compensada por el consumo de biofloc mediante su hábito de filtración de plancton en el agua, dentro del mismo estanque de cultivo y no se verá afectada la composición química del filete y la canal.

## **Objetivo general**

Comparar la composición química de la carne de la tilapia del Nilo gris y de la población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM, alimentada con dos diferentes niveles de proteína cultivada en un estanque bajo sistema de biofloc.

## **Objetivos específicos**

- 1.- Determinar la existencia de cambios químicos proximales: humedad, proteína, lípidos y ceniza en el filete de la tilapia del Nilo gris y del Pargo-UNAM, al ser alimentados con dos diferentes niveles de proteína bajo un sistema de cultivo de biofloc.
- 2.- Determinar la existencia de cambios químicos proximales: humedad, proteína, lípidos y ceniza de la canal de la tilapia del Nilo gris y del Pargo-UNAM, al ser alimentados con dos diferentes niveles de proteína bajo un sistema de cultivo de biofloc.
- 3.- Identificar los cambios químicos proximales en la canal y el filete de la tilapia del Nilo gris y del Pargo-UNAM, al ser alimentados únicamente con el biofloc y compararlos con los peces alimentados con alimento balanceado más biofloc.

4.- Comparar la proporción de tejido adiposo celómico en la tilapia del Nilo gris y del Pargo-UNAM al disminuir la proporción de proteína dietética y al consumir únicamente alimento natural (biofloc).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Lugar de experimentación

El estudio se llevó a cabo en el Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola (MEIA) del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (CEIEGT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual se encuentra ubicado en el kilómetro 5.5 de la carretera federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, municipio de Tlapacoyan, Veracruz. Geográficamente se encuentra en la latitud de 19° 58', longitud de 97° 13' y altitud de 151 MSNM; el clima de esta zona es cálido húmedo con una temperatura de 23.4°C y precipitación media anual de 1840 mm (Google Earth 2014) (**Figura 1**). Las canales y filetes de los peces que se analizaron químicamente en este estudio se obtuvieron del experimento realizado por Vázquez (2014) que midió el “Efecto del porcentaje de proteína cruda sobre el desempeño productivo entre la población sintética de tilapia: Pargo-UNAM y la tilapia gris del Nilo *Oreochromis niloticus* bajo un sistema de cultivo en biofloc” que se llevó a cabo en el MEIA (**Figura 2**). Los análisis químicos proximales se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Forrajes del CEIEGT (**Figura 3**).

### Instalaciones y unidades experimentales

El procedimiento de engorda tuvo una duración de 90 días. A continuación se describe de forma general en que consistió el experimento realizado por Vázquez IA(2014), en el cual se determinó la supervivencia, crecimiento y rendimiento de filete (%) de dos grupos genéticos de tilapia: Pargo-UNAM (PU) (**Figura 4**) y la tilapia del Nilo gris (NG) o de tipo

silvestre (*Oreochromis niloticus*) (**Figura 5**). Las tilapias de ambos grupos se cultivaron bajo un sistema de biofloc en un estanque de 11m x 11 m y 1.2m, en donde se colocaron de manera aleatoria y equidistante 18 jaulas de 2.0m x 0.99m y 0.45m cubiertas con una malla de plástico de 0.5 mm, como se muestra en la **Figura 6**.

De estas 18 jaulas, se asignaron nueve para NG y nueve para PU, distribuidas al azar. En cada una se colocaron 30 ejemplares con un peso inicial de  $241.6 \pm 12.0$ g  $213.0 \pm 10.0$ , para NG y PU, respectivamente. Se designaron seis tratamientos con tres repeticiones de cada uno: dos grupos genéticos: NG y PU y tres regímenes alimenticios: Solo biofloc, biofloc + alimento balanceado con 28% de PC y biofloc + alimento balanceado con 32% de PC. Los alimentos empleados fueron de la marca líder en el mercado de alimento para tilapia en México (Silver Cup, S.A. de C.V., Alimentos El Pedregal, Toluca, edo. de México®).

Las dos fórmulas alimenticias (28 y 32%) se suministraron a aparente saciedad tres veces al día, los siete días a la semana, de acuerdo con Galindo A (2011). Al concluir el experimento, la supervivencia fue del 95.6 al 99.8 % para todos los tratamientos. El peso final promedio fue similar ( $P \geq 0.05$ ) para NG32 con 483.6g, NG28 con 480.4g, PU32 con 454.5g y PU28 con 430.9 g, para PUBF y NGBF fue de 196.4 g y 241.7 g, respectivamente, menores ( $P \geq 0.05$ ) a los peces que consumieron alimento pero similares entre sí ( $P \geq 0.05$ ).

El rendimiento de filete (RF) fue similar ( $P \geq 0.05$ ) para NG32 con 32.3%, NG28 con 31.0% y PU32 con 30.0% mientras que PU28 con 29.0% fue similar a NGBF con 26.8%, NG28 y PU32, donde el RF más bajo fue de PUBF con 22.9%. En este estudio se concluyó que el aporte de biofloc como complemento alimenticio permitió al tratamiento 2 tener un

crecimiento similar al tratamiento 3, a pesar de la diferencia en la inclusión de proteína (Vázquez IA 2014).

## **Colecta de material para laboratorio**

La muestra de peces de tilapia del Nilo gris y de Pargo-UNAM, aproximadamente 400 de cada una, y que se emplearon para el experimento de Vázquez IA (2014). Se obtuvieron de una granja comercial (NG) y del MEIA, se colocaron separadas en estanques de concreto, se sexaron manualmente y se les alimentó con la misma dieta comercial. Una vez que se encontraban estables, posterior al manejo, se tomó de cada grupo genético (NG y PU) 18 ejemplares, los cuales se sacrificaron, obteniéndose así una muestra de filete y canal, efectuándose el análisis químico proximal inicial (control). Cabe señalar que de acuerdo con Lara-Flores M Olvera-Novoa MA Guzmán-Méndez BE y López-Madrid W (2003) y Garduño-Lugo M y Olvera-Novoa MA (2008), no se realizó el análisis estadístico de cada unidad experimental, ya que los peces de cada grupo genético procedieron correspondientemente de un estanque, sin ser sometidos a ningún tratamiento específico. Para los muestreos de los días 45 y 90 se tomaron seis ejemplares de cada unidad experimental, tres de los cuales se les obtuvo el filete y a los otros tres se destinaron para el análisis de la canal. Se determinó la proporción de filete, canal y tejido adiposo celómico.

La eutanasia de los peces, se realizó mediante el procedimiento descrito por Peña C (2001), el cual consiste en una incisión de una sola intención en la región occipital del cráneo, fracturando la médula espinal del pez para insensibilizarlos (**Figura 7**). Posteriormente, se realizaron cortes longitudinales de la musculatura de la región lateral de los cadáveres para obtener 18 canales (**Figura 8**) y de los 18 peces restantes el filete

(**Figura 9**) ambos fueron conservados en hielo molido. Las muestras de canales y filetes se guardaron e identificaron individualmente en bolsas herméticas (**Figura 10**), que posteriormente se congelaron a  $-21^{\circ}\text{C}$ , hasta que se realizó el análisis químico proximal (AQP) de acuerdo con técnicas estándar descritas por la AOAC (1984). El tejido adiposo intraperitoneal se cuantificó en el momento de la obtención de muestras (**Figura 11**).

## **Trabajo de laboratorio**

La preparación de las muestras y los análisis químicos proximales (AQP) se realizaron por triplicado en el Laboratorio de Nutrición del CEIEGT. El AQP es una técnica estándar, que se emplea para conocer los nutrientes que se encuentran incluidos en materias primas comestibles (AOAC 1984).

- Humedad: Por deshidratación en una estufa para laboratorio a  $65^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, o hasta obtener el peso constante (**Figura 12 y 13**).
- Proteína cruda: Mediante el método de Kjeldahl ( $\text{N} \times 6.25$ ), es la determinación de nitrógeno total proveniente de las uniones poli-peptídicas de la muestra, digeridas con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio, destilación alcalina y titulación con ácido clorhídrico (**Figura 14 y 15**).
- Extracto etéreo: Mediante el método de Goldfish, empleando un disolvente orgánico que se calentó, volatilizo y condensado sobre la muestra. Este disolvente goteo continuamente sobre la muestra para extraer los lípidos y se cuantificó por diferencia en el peso (**Figura 16 y 17**).

- Ceniza: Se obtuvo mediante la calcinación de las muestras en una mufla a 600°C durante 5 horas (**Figura 18 y 19**).
- Fibra cruda: permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y luego es calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente, en este caso se refiere a los alimentos empleados.
- Elementos libres de nitrógeno (ELN) O ENERGÍA BRUTA es calculada por medio de la resta de  $100 - (\% \text{ de humedad} + \% \text{ PC} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ EE})$ .

### **Análisis químicos del biofloc y los alimentos**

- Biofloc: Se colectó del agua dentro de las jaulas flotantes, por medio de la precipitación en garrafones de 20 litros, llenados por sifoneo. Después se dejó sedimentar a la sombra, se decantó sobre una tela de algodón (filtro), para así obtener una textura coloidal. Este sedimento se colocó en charolas de aluminio para su secado en el horno del laboratorio hasta que estuvo completamente seco, se molió hasta hacerlo polvo y se guardó a - 21°C.
- Alimento comercial (25% y 32% PC): Se tomó una muestra de 200g de cada bulto, que provenía de lotes diferentes y también se guardaron a - 21°C.

Se realizó el AQP para corroborar la información nutricional que se menciona en la etiqueta del alimento balanceado con la presentación de 25 % PC, en el cual, al realizar el análisis el

resultado obtenido se presenta en el **Cuadro 1**, indicando que es mayor la proporción de proteína cruda presente en la muestra analizada. En el **cuadro 2** se puede observar el resultado que se obtuvo en el AQP de alimento balanceado de 32%.

## DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un diseño completamente al azar, para dos grupos genéticos (NG y PU) y tres regímenes alimenticios: 1.- Biofloc, 2.- Biofloc + alimento con 32 % de PC, y 3.- Biofloc + alimento con 28 % de PC. En donde las jaulas con los peces, fueron consideradas como las unidades experimentales (UE) y las muestras de los tejidos analizados: filete, canal y tejido celómico, que fueron tomadas dentro de cada UE, conformaron la media de cada UE o repetición correspondiente a cada tratamiento. El modelo matemático establecido fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta (variable de composición química) de la ij-esima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general o poblacional, común a todas las observaciones.

$t_i$  = Efecto del i-esimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental

Para el análisis estadístico, se empleó el paquete estadístico SAS (INC 1986) con una probabilidad del 95% ( $P \leq 0.05\%$ ) y las medias de tratamientos se analizaron mediante la prueba de comparación múltiple de medias de Tuckey (0.05%) (Sttel RGD y Torrie JH 1986) y las variables expresadas en porcentaje se normalizaron previos al análisis mediante la transformación de arcoseno, de acuerdo con Sokal RR y Rolf FJ (1998).

## RESULTADOS

### **Composición química de biofloc**

En el **Cuadro 3** se observa el contenido de nutrientes del biofloc, resultado del AQP tomado mediante decantación, posteriormente secado y analizado en el Laboratorio de Forrajes y Nutrición del CEIEGT.

### **Composición química inicial del filete de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU).**

En el **Cuadro 4** se puede observar que el contenido de los macro nutrientes al inicio del experimento de ambos grupos genéticos.

### **Composición química del filete al día 45**

Al día 45 se determinó la composición química del filete de NG y PU, que fue similar para los seis tratamientos sobre el contenido de: materia seca, humedad, proteína cruda, ceniza y extracto etéreo, como se puede observar en el **Cuadro 5**. De igual forma, cuando se compararon NG y PU con solo biofloc (NGBF y PUBF) (**Cuadro 6**), NG y PU con 28 y 32 % de P.C. (**Cuadros 7 y 8**) y los grupos genéticos NG y PU por separado con 28, 32 y BF (**Cuadros 9 y 10**), en donde tampoco se encontraron diferencias significativas en esta etapa experimental.

## **Composición química del filete al día 90**

La composición química del filete de la tilapia NG y PU en un sistema de biofloc (BF) con dietas de 28% y 32% de PC a los 90 días del periodo experimental, en los seis tratamientos el porcentaje de materia seca, humedad, proteína cruda y extracto etéreo no mostraron diferencias significativas como se puede observar en el **Cuadro 11**. De igual forma, cuando se compararon NG y PU con solo BF (**Cuadro 12**), NG y PU (28% y 32%) (**Cuadros 13 y 14**) y BF, 28% y 32% con NG y PU (**Cuadros 15 y 16**).

## **Composición química inicial de la canal**

En el **cuadro 17** se observa los datos obtenidos del análisis químico proximal de la muestra de canal de ambas (NG y PU).

## **Composición química de la canal al día 45**

La composición química en las canales de NG y PU en un sistema de biofloc (BF) y administrando dietas de 28% y 32% PC a los 45 días del periodo experimental, fue similar en los seis tratamientos sobre el contenido de: materia seca, humedad, proteína cruda y extracto etéreo, como se puede observar en el **Cuadro 18**. Únicamente, se observaron diferencias ( $P \geq 0.05$ ), en la proporción de cenizas, en donde el tratamiento NGBF fue el de mayor proporción, pero similar a PUBF, PU28 y PU32. A su vez estos tres últimos fueron similares entre sí, junto con NG32, el cual fue similar a NG28 presentando la menor proporción de cenizas.

De igual forma, cuando se compararon NG y PU con solo BF, 28% y 32% (**Cuadro 19, 20 y 21**), no se encontraron diferencias significativas. Entre los tratamientos de NG el que presentó el mayor contenido de cenizas fue NGBF, a lo que NG28 y NG32 fueron similares entre sí en este tipo de nutriente (**Cuadro 22**). En cuanto a los tratamientos con Pargo-UNAM (**Cuadro 23**) se observaron diferencias en el contenido de materia seca, PU28 presentó la mayor proporción que en los otros dos tratamientos, PU32 fue similar a PUBF en materia seca. En cuanto a humedad, esta fue estrictamente en orden recíproco entre tratamientos, en comparación con el contenido de materia seca. El contenido de proteína cruda fue más alto para PU28 en comparación con PUBF y PU32, los cuales fueron similares.

### **Composición química de canal al día 90**

La composición química en las canales de la tilapia NG y PU en un sistema BF adicionados a una dieta de 28% PC y 32% PC al día 90 fue similar en los seis tratamientos sobre el contenido de: materia seca, humedad, proteína cruda, como se puede observar en el **Cuadro 24**. La única diferencia fue en la proporción de extracto etéreo, en donde el tratamiento PU32 presentó la mayor proporción del nutriente, seguido de NG28, PU28, NG32 y PUBF que fueron similares entre sí. El tratamiento NGBF tuvo un menor contenido de EE en su canal siendo diferente con PU32.

De igual forma, cuando se compararon NG y PU con solo BF, 28% y 32% (**Cuadro 25, 26 y 27**) no se encontró diferencias significativas en los nutrientes analizados. En el **Cuadro 28** se observa que en los tratamientos de NG, NG28 presentó la mayor proporción de materia seca, seguido de NG32, ambos siendo similares, mientras que NG32 fue similar

a NGBF con menor contenido de materia seca al compararlos con NG28. Para humedad, NGBF fue la que presentó mayor proporción, NG28 es el que presenta menor cantidad entre estos tres grupos. Sobre el contenido de ceniza entre los tratamientos de NG, NGBF presentó un mayor contenido en comparación con NG32, mientras que NGBF y NG28 fueron similares. Con respecto a extracto etéreo, NG28 presentó la mayor proporción de lípidos, seguido de NG32, los cuales fueron similares, el contenido de lípidos fue menor en NGBF en comparación con NG28 pero similar a NG32. En lo relacionado a las dietas de PU no se observaron diferencias en ninguna de las variables de composición química determinadas (**Cuadro 29**).

### **Porción de la grasa celomica**

Las variaciones en la proporción de tejido adiposo celomico (TAC) entre los seis tratamientos a los 45 días, se presentan en el **Cuadro 30**. Los niveles de TAC se observaron en forma descendiente de: PU28, NG28, NG32, PU32 y PUBF, los cuales fueron similares entre sí ( $P \geq 0.05$ ), PUBF a su vez fue similar a NGBF ( $P \geq 0.05$ ), este último presentó una menor proporción de TAC con respecto a los peces que consumieron alimento balanceado ( $P \geq 0.05$ ). A los 90 días, PU28, PU32, NG28 y NG32, tuvieron de mayor a menor proporción de TAC, sin embargo los cuatro también fueron similares ( $P \geq 0.05$ ) y en esta etapa, los tratamientos PUBF y NGBF fueron los que presentaron la menor proporción de ese tejido ( $P \leq 0.05$ ). Al comparar entre ambos grupos genéticos (NG y PU) el contenido de TAC, dentro de las distintas dietas, (BF, 28 y 32), no se observaron diferencias significativas (**Cuadro 31, 32 y 33**). Sin embargo en los **Cuadros 34 y 35**, el contenido de TAC dentro de cada grupo genético, si se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ), en donde el

contenido de TAC fue menor ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos BF, siendo más acentuada la diferencia para el día 90.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del presente estudio, la disminución del 4.6% de PC en la proporción de proteína en las dietas comparadas, no ocasionó cambios sustanciales sobre la composición química proximal en el filete y canal en ambas tilapias evaluadas. Lo cual, sugiere que los peces que consumieron menos proteína, complementaron esa deficiencia con la ingesta del biofloc. Esta suposición, se basa en los estudios de Beveridge MCM Briggs MRP Mowat A Northcott ME (1987), quienes observaron que el sistema de filtración de alimento natural y sustancias nutritivas por *O. niloticus*, se encuentra basado en la función de sus branquiespinas, microbranquiespinas y el moco presente en la cavidad bucal bajo una serie de interacciones mecánicas y de receptores nerviosos, los cuales en conjunto propician la ingestión del filtrado hacia el estómago, con la finalidad de incorporar sustancias alimenticias para el crecimiento de los peces.

En un estudio posterior, Beveridge MCM Begum M Frerichs GN y Millar S (1989), observaron que *O. niloticus*, puede ingerir partículas tan pequeñas de incluso 20 micras, como bacterias (*Chromobacterium violaceum*) y la ingestión se encuentra también relacionada con la concentración misma de ese y otros tipos de microorganismos. Esos autores, observaron que *O. niloticus* puede incluso aumentar la frecuencia del movimiento opercular para retener una mayor cantidad de alimento natural, por lo que se infiere que NG y PU, que consumieron alimento con 28% de P.C., se vieron estimuladas a filtrar más biofloc, para compensar la deficiencia del nutriente y de esa manera fueron capaces de presentar un crecimiento similar a las que consumieron 32% de P.C, de acuerdo con lo informado por Vázquez IA (2014).

Por otro lado, se considera que los peces que solo consumieron biofloc, por medio de la filtración, no les fue suficiente la cantidad del alimento natural, lo cual se constató por la pérdida de peso a los 90 días de 22.1 y 8.70g para PU y NG respectivamente (Vázquez IA 2014). Se infiere por lo tanto que esa pérdida de biomasa tuvo una relación directa con el nivel de biofloc (ml/l) que se presentó durante el experimento, el cual no superó los 8.0 ml/l de sólidos suspendidos (Vázquez IA 2014). Azim M *et al* (2008) realizaron un estudio con el mismo periodo experimental de engorda de tilapia (90 días) que el presente estudio derivado de Vázquez IA (2014), sin embargo lo llevaron a cabo bajo un sistema cubierto con limitación de luz, a diferencia de Vázquez IA (2014), que se efectuó con la presencia luz solar directa. Los resultados de los autores mencionados del 2008, contrastan fuertemente con los del presente experimento, ya que el crecimiento de sus peces fue muy limitado, de apenas 27.9, 40.04 y 40.08 para los peces cultivados: en agua clara que consumieron alimento con 35% de proteína cruda (PC), los de 35% + Biofloc (BF) y los de 24 % + BF, respectivamente.

Con esos dos entornos, el estudio de Azim M *et al* (2008) y el de Vázquez IA (2014), en donde el primero debido a la oscuridad, se propició el crecimiento de plancton de tipo heterótrofo y el segundo autótrofo. Parece que éste último crecimiento puede ser más productivo, en términos de disponibilidad de alimento natural, ya que contó con una mayor variación de microorganismos filtrados por el sistema de macro y microbranquiespinas como lo sugieren Beveridge MCM *et al* (1987) y Beveridge MCM *et al* (1989), esto a pesar que en el estudio de Azim M *et al* (2008) presentó una concentración de 500 mg/l de agua, mayor a la de Vázquez de 312 mg/L. Aunado a esto, es importante recordar que son mucho más frecuentes los estanques sin cubierta que los que son

habilitados con cubiertas plásticas de sombra, debido al costo de los materiales para cubrirlos.

Sobre la composición química del cuerpo de los peces, han sido más estudiados los peces de la familia de los salmónidos, por ello se considera interesante citar en el presente estudio algunas publicaciones de esos peces. Shearer DK (1994) informó que factores exógenos (temperatura, salinidad, etc.) y endógenos (tamaño, sexo y ciclo de vida) pueden afectar la composición química de los peces. En una revisión posterior de Rasmussen RS (2001) menciona que por muchos años, se había orientado la investigación de los salmónidos hacia una mayor producción, sin embargo la preferencia de esos peces, también se encuentra relacionada con la preferencia de los consumidores y la posibilidad de aumentar el precio concomitantemente con el tipo de pescado que se desee producir y también relacionado con sus atributos químicos y sensoriales.

Los estudios sobre la composición química en tilapia a diferencia de los de salmónidos (Shearer DK 1994; Rasmussen RS 2001) adquieren mayor importancia cuando la preferencia por la carne de tilapia, la cual es fuertemente apreciada en función a la composición química y física de su carne como: color blanco, firme y sin espinas intermusculares (De Wandel R 1995). Además de su bajo contenido de lípidos en el filete (Garduño *et al* 2003) atributos sensoriales diferentes entre tilapias (Garduño-Lugo M *et al* 2008 y Mejía 2009). En un estudio de Micha JC Antoin T Werry P y Van Job C (1983), se observó que el crecimiento en crías de *Oreochromis niloticus* y *Tilapia rendalli*, alimentados con: pellets únicamente, pellets 50% y 50% de *Azolla microphylla*; y solo *A. microphylla*. *O. niloticus* creció mejor que *T. rendalli* con pellets al 100% después de 12 semanas de cultivo. La incorporación de *Azolla* disminuyó el crecimiento de ambas

especies, pero *T. rendalli* fue menos afectada que *O. niloticus*. Con el aumento en la proporción de *Azolla* también aumentó el contenido de agua y redujo drásticamente la proporción de lípidos en el cuerpo de ambas especies, pero el contenido de proteína cruda no se vio afectado. El estudio de Micha *et al* (1983), aunque es en una etapa de producción diferente, concuerda en cierta manera con los resultados del presente experimento, en que el contenido de humedad fue mayor en la canal del Pargo-UNAM y el contenido de lípidos disminuyó hacia los 45 y 90 días, respectivamente.

En relación a estudios en donde se evalúe la composición química de la carne de peces, en relación a la disminución de proteína de la dieta y consumo de biofloc, no se encuentra en la literatura información sobre el tema de manera precisa, sobre todo tratándose del caso de tilapia. En el estudio de Barrero M Paredes A Romero O y Poleo CA (2012), compararon el AQP del pez tropical Pacu Panza Roja (*Piaractus brachypomus*) cultivados en ambientes de: flujo continuo de agua, cultivo en sistema heterótrofo (biofloc) y en un sistema de recirculación (RAS). Observaron una mayor humedad en la carne de los peces en los sistemas de cultivo biofloc y RAS, que los peces con flujo continuo de agua.

La proporción de proteína fue similar en el biofloc y el de flujo continuo y la de menor proporción en el RAS; los lípidos fueron similares y los minerales tuvieron una mayor proporción en los peces de flujo continuo que en el heterótrofo y el RAS.

Al parecer las variaciones en el químico proximal de los Pacu's (Barrero *et al* 2012) se debieron al consumo de alimento natural, para el caso de la proteína concretamente, la cual fue mayor en los tratamientos con biofloc y RAS, por la presencia de comunidades planctónicas y con respecto a las cenizas, las cuales fueron menores en biofloc y RAS, posiblemente atribuidas a que las mismas comunidades planctónicas absorben minerales

para su crecimiento. Sin embargo esos autores, solo emplearon alimento con 28% de PC y no aumentaron ni disminuyeron el contenido de proteína y en ese sentido sus puntos evaluados, comparados con los resultados del presente estudio, no son comparables.

Pargo-UNAM al ser un grupo genético sintético, no se tiene registro de su composición al ser alimentada con biofloc. Si se compara el resultado obtenido en este estudio con el realizado por Rubio OL (2009) en donde midió en etapa de engorda el efecto de la proteína dietética en la tilapia Pargo-UNAM y su composición corporal en agua clara con diferentes niveles de proteína (20%, 25%, 30%,35%, 40% y 45%), se puede observar que los resultados de su estudio se asemejan a los obtenidos en este experimento.

Continuando con el tema del biofloc, a diferencia de tilapia, se han publicado una mayor cantidad de trabajos en camarones bajo ese sistema de cultivo, pero aunque es el mismo tema los estudios se han llevado a cabo en diferentes condiciones de cultivo y por lo general con periodos de investigación cortos como a De Souza DM, Suita SM Leite FPL Romano LA Wasielesky W y Ballester ELC (2012); Xu W-J Pan L-Q (2012b); Emerenciano *et al* (2013) y Viau VE De Souza DM Rodríguez EM Wasielesky W Abreu PC Ballester ELC (2013) de **30 días**; Becerra-Dórame MJ Martínez-Porchas M Martínez-Córdova LR Rivas-Vega ME López Elias JA y Porchas-Cornejo MA (2012) a los **63 días**; Alcantara Lopes DL Wasielesky Jr Ballester EC y Peixoto SRM (2009) a los **65 días**. Por lo que al parecer no se han establecido en cierta manera “estándares” que permitan tener parámetros productivos de esos crustáceos relacionados con el nivel la abundancia de biofloc en el agua. Sin embargo, trataremos de comparar algunos de esos estudios de camarones con los resultados del presente experimento a fin de comprender o relacionar la disminución de proteína en el sistema autótrofo de biofloc estudiado.

En el estudio más prolongado de 210 días, con el camarón café *Farfantepenaeus duorarum*, llevados a talla comercial, Emerenciano *et al* (2013), informaron que en un sistema control en agua clara y en BFT con sólidos superiores a 15 mL/L y proteína de 18.2% a 29.3% presentaron el mismo peso final ( $P \geq 0.05$ ) con 13.9 g y 13.3 g respectivamente. La supervivencia en esos crustáceos fue menor con BFT de 63.2 % que en agua clara de 81.4%, atribuida a una mayor canibalismo debido a una menor visibilidad. Este estudio contrasta con el presente, ya que en este último, la concentración del BF (8 mL/L) fue aparentemente insuficiente para que los peces del tratamiento BF tuviesen acceso a una mayor cantidad de comida, sin embargo se trata de dos animales diferentes. Igualmente la proteína del BF en promedio fue parecida entre ambos estudios.

Xu *et al* (2012b) en su estudio con camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, El peso final a 30 días en el tratamiento control en agua clara, fue de  $9.7 \pm 0.1$ g, y con los tratamientos biofloc con relación Carbono: Nitrógeno (C:N) 15:1 y 20:1 obtuvieron un mayor ( $P \leq 0.05$ ) peso final de  $10.9 \pm 0.1$  y  $10.7 \pm 0.3$  g respectivamente. La tasa de conversión alimenticia en los sistemas floc (CN15 y CN20) fueron de  $1.4 \pm 0.0$  y  $1.4 \pm 0.1$  respectivamente, significativamente más bajas que en el control ( $1.9 \pm 0.0$ ). La supervivencia en los tres tratamientos fue  $>90\%$ . El análisis proximal (%) de los concentrados de floc obtenidos de CN15 y CN20 fue similar para: proteína, lípidos y cenizas del Floc CN15 de 27.3, 3.7 y 49.4% respectivamente y del CN20 de 31.6, 4.2 y 43.7% en el mismo orden, más elevados que el promedio obtenido del presente experimento. La composición proximal del cuerpo entero de los camarones en el tratamiento control fue de 76.0, 17.9, 1.8 y 2.6% para humedad, proteína, lípidos y cenizas respectivamente. Para el tratamiento floc CN15 de 75.2, 18.7, 1.9 y 2.8% en el mismo orden y para el tratamiento CN20 la humedad, proteína y lípidos crudos y cenizas fueron de 75.3, 18.5, 1.9 y 2.8 respectivamente. De la

composición química proximal, de los crustáceos, solo se observaron diferencias para la proporción de lípidos y ceniza en los tratamientos con biofloc 15 y 29, respectivamente.

En un estudio con *L. vannamei* Xu W-J Pan L-Q Zhao D-H y Huang J (2012a) los camarones del BFT-30 y BFT-35 presentaron los mejores crecimientos y fueron significativamente mayores respecto al control. Sin embargo, el BFT-30 y 35 no fueron significativamente diferentes en cuanto a parámetros de producción respecto al BFT-25. El contenido de proteína varió entre 25.6 y 31.1%. La tasa de conversión alimenticia así como la proporción de eficiencia proteica y el valor productivo de proteína fueron significativamente mejores en sistemas floc respecto al control.

El tejido adiposo celómico es menor en los tratamientos donde se empleo solo biofloc, ya que no recibieron otra fuente de grasa mas que la conseguida con el biofloc, debido a esto, se vieron en la necesidad de usar sus reservas energéticas para poder mantenerse, lo cual se reflejó en la disminución de peso y talla comparada con los tratamientos de 28% y 32%. Debido al contenido de humedad y proteína en los peces que obtuvieron del alimento balanceado más biofloc, los peces de estos tratamientos no requirieron la energía adicional de estos alimentos para su crecimiento, lo que provoco el aumento de tejido adiposo celómico, como lo menciona Hanley F (1991) en su experimento, en el que empleo diferentes niveles de proteína y grasa, su conclusión fue que la tilapia aprovecha mas un alimento que contenga mayor cantidad de proteína que de lípidos, debido a sus requerimientos nutricionales y así disminuir la cantidad de tejido adiposo celómico y grasa corporal en las tilapias (Viola S y Arieli Y 1983), en donde lo ideal sea producir alimentos balanceados con menor cantidad de lípidos para así evitar ese acumulo de grasa que no es aprovechada por las tilapias.

Como puede observarse, en estudios con tilapia y camarones y en función de la variación en cuanto a duración de los experimentos, variables evaluadas, composición química de los insumos y cuerpo o partes del cuerpo de los organismos, los investigadores del presente estudio concuerdan con Crab *et al* (2012) en que la acuicultura debe considerar tres metas: la primera meta en la expansión de la acuicultura debe ser producir más productos de acuicultura sin un mayor uso de tierra y agua, la segunda meta es desarrollar una acuicultura que no dañe el medio ambiente y la tercera que provea sistemas sostenibles pero compatibles con una relación coste/beneficio. Estas tres metas pueden ser potencializadas y alcanzadas aplicando la tecnología del biofloc, para ahorrar proteína, que es el insumo más caro en las dietas de tilapia.

## CONCLUSIONES

1. La disminución de la proteína de la dieta de 4.6 %, no afectó la composición química proximal del filete de *Oreochromis niloticus* ni del Pargo-UNAM a los de 45 días y al final del estudio a los 90.
2. No se observaron diferencias en la composición química del filete entre la tilapia del Nilo y el Pargo-UNAM.
3. Se observaron diferencias en la composición química proximal de la canal entre tilapia del Nilo y Pargo-UNAM a los 45 días en cenizas y a los 90 días en extracto etéreo, en las 3 dietas.
4. Se presentó mayor proporción de tejido adiposo celómico en las dietas de 28 y 32 % PC en ambas especies a los 45 y 90 días en comparación con los peces que solo consumieron biofloc.

## REFERENCIAS

- Alcantara-Lopes DL, Wasielesky Junior, W, Ballester, EC and Peixoto, SRM. 2009. Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *FarfantePenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. *Ciência Rural*. (39, 1540–1546).
- Alemu LA, Melese AY and Gulelat DH. 2013. Effect of endogenous factor on proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) fillet from Lake Zeway. *American Journal of Research Communication* ( 1(11), 405-410) [http://www.usa-journals.com/wp-content/uploads/2013/10/Alemu\\_Vol1111.pdf](http://www.usa-journals.com/wp-content/uploads/2013/10/Alemu_Vol1111.pdf)
- Al-Ogaily SM, Al-Asgah NA and Ali A. 1996. Effect of feeding different grain sources on the growth performance and body composition of tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research* (27(7), 523-529). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.1996.tb01282.x/abstract;jsessionid=B451E16E8B2E227DF3575D86B4DC9486.f03t02>
- AOAC. Association of official Analytical Chemists. (USA). 1984. Official methods of analysis.
- Avnimelech Y. 2009. Biofloc Technology. *A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA9/PDF's/Yoram-BFT%20Brief%20Summary%205.3.11.pdf>
- Avinimelech Y and Kochba M. 2009 Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using N tracing. *Aquaculture* (287, 163-168). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608007539>

- Azim M and 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)  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608004699>
- Balarin JD and Hatton JP. 1979. Tilapia, a guide to their biology and culture in Africa. Scotland: University of Stirling, 174.
- Barrera M, Paredes A, Romero O y Poleo CA. 2012. Proximate composition and flesh quality of red bellied pacu, *Piaractus brachypomus*, cultured in two different closed systems. *Zootecnia Trop.*, (30(3): 263-268)  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692012000300005&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692012000300005&script=sci_abstract&tlng=en)
- Becerra-Dórame MJ, Martínez-Porchas M, Martínez-Córdova LR, Rivas-Vega ME, Lopez-Elias JA and Porchas-Cornejo MA. 2012. Production response and digestive enzymatic activity of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) intensively pregrown in microbial heterotrophic and autotrophic-based systems. *The Scientific World Journal* 2012; 2012: 723654. (1-6).  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3354637/>
- Beveridge MCM, Begum M, Frerichs GN and Millar S. 1989. The Ingestion of Bacteria in Suspension by the Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. (81, 373-378).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848689901610>
- Beveridge MCM, Briggs MRP, Mowat, A, Northcott ME and Roo LG. 1987. The Function of Microbranchiospines in Tilapias (*Cichlidae:Tilapiini*). *Proc. Of the The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Bangkok, Thailand, 16-19 March 1987. ICLARM, Manila, pp. 311-317.

- Chu C and Lee D. 2004. Multiscale structures of biological flocs. *Chemical Engineering Science* (59 (8-9) 1875-1883)  
[http://www.sciencedirect.com/science.%20The%20biofloc%20technology%20\(BFT\)%20in%20indoor%20tanks:%20Water%20quality,%20biofloc%20composition%20and%20growth%20and%20welfare%20of%20Nile%20Tilapia%20\(Oreochromis%20niloticus\)./article/pii/S0044848607004176](http://www.sciencedirect.com/science.%20The%20biofloc%20technology%20(BFT)%20in%20indoor%20tanks:%20Water%20quality,%20biofloc%20composition%20and%20growth%20and%20welfare%20of%20Nile%20Tilapia%20(Oreochromis%20niloticus)./article/pii/S0044848607004176)
- CSP. Comité Sistema Producto Tilapia México A.C.2010. Sinaloa (Mazatlán). Tilapia 2020: prospectiva del sistema-producto nacional de tilapia en México.  
<http://www.tilapiademexico.org/system/publicaciones/Tilapia%202020.pdf>
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P and Verstraete W. 2007. Nitrogen Removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* (270, 1-14). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848607004176>
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P and Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* (356-357; 351-356) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612002852>
- Dempster P, Baird DJ and Beveridge MCM. 1995. Can fish survive by filter-feeding on microparticles? Energy balance in tilapia grazing on algal suspension. *Journal of Fish Biology* (47 (1) 7–17) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8649.1995.tb01868.x/abstract>
- DESA. División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. 2013. World Population Prospects: The 2012 Revision, Key Findings and Advance Tables 11 de noviembre del 2014 de [http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel\\_population.htm](http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm)
- De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, Boon N and Verstraete W. 2008. The basics of bio-

- Flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture* (2008 277(3-4), 125-137). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608000896>
- De Souza DM, Suita SM, Leite FPL, Romano LA, Wasielesky W and Ballester ELC. 2012. The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a zero exchange system. *Aquac. Res.* (43, 1828–1837). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.2011.02992.x/abstract>
- De Wandel R. 1995. Annual tilapia situation and outlook report. *Aquaculture Magazine* (25,6-11).
- El-Sayed AFM. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* *Aquaculture* (179, 149-168).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848699001593>
- El-Sayed AFM. 2006. Tilapia culture. Obtenido el día 25 mayo del 2014  
<http://es.scribd.com/doc/83367870/Tilapia-Culture-Libro>
- Emerenciano M, Gaxiola G and Cuzon G. 2013. Biofloc Technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. Chapter 12. *INTECH* 13/02/14  
<http://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-tilization/biofloc-technology-bft-a-review-for-aquaculture-application-and-animal-food-industry>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Italia. 2014. Estado mundial de la pesca y acuicultura 2014.  
<http://www.fao.org/3/7870db4d-2558-4714-9c56-0cf49f010f3e/i3720s.pdf>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [página

- de inicio] Italia 2007. Composición de la carne. <http://www.fao.org/ag/ags/gestion-poscosecha/carne-y-productos-carnicos/antecedentes-y-consumo-de-carne/composicion-de-la-carne/es/>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S00.htm#TOC>
- Galindo A. 2011. Rasgos productivos de una población sintética de tilapia roja Pargo-UNAM segregada en tres grupos que presentan diferencia en la velocidad de crecimiento al término de la inversión sexual. México
- Garduño M, Granados I, Olvera MA and Muñoz G. 2003. Comparison of growth, fillet Yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia *Stirling red O. niloticus*) males. *Aquaculture Research* (34, 1023-1028). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2109.2003.00904.x/abstract>
- Garduño M, Herrera JR, Angulo JO, Muñoz G and De la Cruz J. 2007. Nutrient Composition and sensory evaluation of fillets from wild-type Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and a red hybrid (Florida red tilapia x red *O. niloticus*). *Aquaculture research* (38, 1074-1081). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2109.2007.01773.x/abstract>
- Garduño-Lugo M, and Olvera-Novoa MA. 2008. Potential of the use of peanut (*Arachis hypogaea*) leaf meal as a partial replacement for fish meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research* (39, 1299-1306).
- Gjedrem T. 1997. Fish quality improvement in fish through breeding. *Aquaculture International* (5 (3), 197-206)

<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1014546816984>

Google Earth. 2014. Localización geográfica CEIEGT-Tlapacoyan, Veracruz.FMVZ-UNAM.N.D

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/localizacion.html>

Hanley F. 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* (1991 93, 323-334).

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004484869190224U>

Hargreaves JA.2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering*. (34 (3), 344–363)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860905001202>

Hurtado NT. 2005. Tilapia: la alternativa social y económica del tercer milenio. *Revista AquaTIC* 10 de octubre del 2013

[http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh\\_tilapia3milenio.pdf](http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_tilapia3milenio.pdf)

Huss HH (Ed.) Boerresen, T, Dalgaard, P, Gram, L and Jensen, B. 1999. Quality and Quality changes in fresh fish. Italia: FAO *Fisheries Technical Paper*.

INC . Institute INC. (USA). 1986. SAS User's Guide: Statistics.

Jaucey K and Ross B. 1982. A guide to tilapia feeds and Feeding. *Scotland Institute of aquaculture*. University of Stirling, 111.

Keshavanath P. 2014. Role of natural food in sustaining aquaculture. *Journal or aquatic Biology & fisheries* (2 (1), 6-13).

<http://keralamarinelife.in/Journals/Vol%202/02%20Keshavanath%20P.pdf>

Klinge LO, Linch HC. y Loza AA. 2000. Estudio de pre factibilidad para la instalación de

Un centro de producción de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y procesamiento como filete fresco con fines de exportación. *Ingeniero Pesquero*. Universidad Nacional la Agraria.

Kubitza F. (2011). Criação de tilapias em sistema com bioflocos sem renovação de água.

*Panorama de Aqüicultura* (Vol 21 N° 125)

[www.redalyc.org/pdf/896/89640816007.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/896/89640816007.pdf)

Lara-Flores M., Olvera-Novoa MA., Guzmán-Méndez MA., López-Madrid W. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture* (216 193–201).

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848602002776>

Liping L. and Fitzsimmons K. 2011. Better science, better fish, better life proceedings of the ninth international symposium on tilapia in aquaculture. *AquaFish Collaborative Research* 13 enero 2014

<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA9/PDF%27s/ISTA9%20EntireProceedingsText.pdf>

Lorenzo JL. 2011. *Efecto de tres métodos de cocción sobre el contenido nutricional de la mojarra tilapia (Oreochromis sp)*. (tesis de Ingeniería). San Juan Bautista Tuxtepec (Oaxaca): México: Universidad de Papaloapan campus Tuxtepec.

Luquet P. (Florida) 1991. Tilapia, *Oreochromis spp*. Wilson, R.P. (ed) Handbook of nutrient requirement of finfish. *CRC Press* (169-179)

Magondu EW. 2013. Bioflocs de tilapia; composición, propiedades nutricionales y atractabilidad como alimentos acuícolas. *Panorama acuícola*. (may-jun 18-4, 34-42).

[http://issuu.com/designpublications/docs/panorama\\_acuicola\\_18-4](http://issuu.com/designpublications/docs/panorama_acuicola_18-4)

- Mejía G. 2009. México. *Evaluación química y sensorial de filetes de la tilapia híbrida Roja Pargo-UNAM y de Oreochromis niloticus*. (tesis de maestría). Veracruz (Veracruz) ITV-SEP.
- Meyer D. 2001. Nutrition and feeding of tilapia. 6° Simposio centroamericano de acuicultura. 31 marzo del 2014  
[http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/8toledo.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/8toledo.pdf)
- Micha J-C, Antoin, T, Werry, P and Van Job, C.(Manila). 1987. Growth, Ingestion Capacity, Comparative Appetency and Biochemical Composition of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendalli* fed with *Azolla*. *Proc. Int. Symp. Tilapias in Aquaculture 2*. 16-19 March 1987. ICLARM, pp. 311-317.
- Milstein A , Avnimelech Y, Zoran, M and Joseph D. Israeli. 2001. Growth performance of hybrid Bass and hybrid tilapia in conventional and active suspension intensive ponds. *Journal of Aquaculture*. (53 (3-4), 147-57).  
<http://evols.library.manoa.hawaii.edu/handle/10524/19037>
- Mjoun K and Rosentraeter KA. 2010. Tilapia: Enviromeal biology and nutritional requirements. *Noth Central Agricultural Ressearch*. 08 julio 2014 de  
[http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio\\_Publications/articles/FS963-02.pdf](http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/FS963-02.pdf)
- Monroy MC, Lara R, Castro J, Castro G y Coelho M. 2013. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. (48 (3), 511-520).  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47929283009>
- Naylor RL, Goldberg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MCM, Clay J, et. Al. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* (405, 1017–1024).  
<http://www.nature.com/nature/journal/v405/n6790/full/4051017a0.html>

- Ogata HY and Shearer KD. 2000. Influence of dietary fat and adiposit on feed intake of Juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* (189 (3-4), 237-249).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848600003744>
- Olvera NM. 2005. Guía práctica para el cultivo de tilapia. CIEA del IPN Unidad Mérida. *Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. SAGARPA.* (1-36).
- Peña, C. 2011. *Comparación de crecimiento y rendimiento de filete entre una población sintética de tilapia roja, el "Pargo-UNAM", la tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) y un híbrido rojo en Medellín de Bravo.* (tesis de licenciatura) Mtz de la Torre (Veracruz) México: FMVZ-UNAM.
- Quéméner L, Suquet M, Mero D and Gaignon J-L. 2002. Selection method of new candidates for finfish aquaculture: the case of the French Atlantic, the channel and the North Sea coasts. *Aquat, Living Resour*, (15, 293-302)  
<http://archimer.ifremer.fr/doc/2002/publication-567.pdf>
- Rakocy J.E. Roma. 2009. *Oreochromis niloticus*. In cultured aquatic species fact sheets. *Crespi, V. y New M.* (Ed.): FAO. 1° septiembre 2014  
[ftp://ftp.fao.org/fi/Cdrom/aquaculture/I1129m/file/es/es\\_niletilapia.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/Cdrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_niletilapia.htm)
- Rasmussen RS. 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. *Aquaculture Research* (32(10), 767-786). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2109.2001.00617.x/abstract>
- Risso S, Fernandez S, Ureta D, Córdoba O, Balzaretto V y Sánchez E. 2000. Estudio de La composición de la carne de palometa (*Parano signata*). *Revista Industria cárnica latinoamericana* (33 (119), 40-45).  
<http://biblat.unam.mx/es/revista/industria-carnica-latinoamericana/articulo/estudio-de-la-composicion-de-la-carne-de-palometa-parona-signata>

- Rubio OL. 2007. *Composición química del filete de seis grupos de tilapia (Oreochromis spp.)*. Tesis de licenciatura] Mérida( Yucatán) México: FMVZ-UNAM.
- Rubio OL. 2009. Efecto de la proteína dietética sobre el crecimiento y composición corporal de la tilapia híbrida roja “Pargo-UNAM [tesis maestría]. Mérida(Yucatán) México: FMVZ-UNAM. 2009.
- Saavedra MA. 2006. *Manejo del cultivo de tilapia*. Nicaragua. 16 de Mayo del 2012  
[http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf)
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2012. México producirá más de 75 mil toneladas de tilapia en el 2012. 23 septiembre del 2014  
<http://www.aquahoy.com/mercados/produccion/17114-mexico-producira-mas-de-75-mil-toneladas-de-tilapia-en-2012>
- Serfling SA. 2006. Microbial flocs. Natural treatment method supports freshwater, marine species in recirculating systems. *Global Aquaculture Advocate* (34–36).  
<http://pdf.gaalliance.org/GAA-Serfling-Jun06.pdf>
- Shearer KD. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* (119 (1), 63-88).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848694904448>
- Sokal RR and Rohlf F.J. (USA). 1998. *Bioetry*. 3th Ed. W.H. Freeman and Company.
- Sttel RGD y Torrie JH (Colombia). 1986. *Bioestadística principios y procedimientos*. 2ª. Ed. McGraw-Hill. 1986
- Technion .Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. 2010. “Tecnología de Biofloc (BFT)”. *Industria Acuícola. Acuicultura y Negocios de México*. Israel, Instituto de tecnología) (6(4): 10 – 11 p).

- Vázquez I.A.2014. *Efecto del porcentaje de proteína cruda sobre el desempeño productivo entre la población sintética de tilapia: Pargo-UNAM y la tilapia Gris del Nilo.*(tesis de licenciatura) México (DF), México: FMVZ-UNAM
- Viau VE, de Souza DM, Rodríguez EM, Wasielesky W, Abreu PC, Ballester ELC. 2012. Biofilm feeding by postlarvae of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decápoda, Penaidae). *Aquac. Res.* (44, 783–794).  
[https://www.researchgate.net/publication/250308965\\_Biofilm\\_feeding\\_by\\_postlarvae\\_of\\_the\\_pink\\_shrimp\\_Farfantepenaeus\\_brasiliensis\\_Decapoda\\_Penaidae](https://www.researchgate.net/publication/250308965_Biofilm_feeding_by_postlarvae_of_the_pink_shrimp_Farfantepenaeus_brasiliensis_Decapoda_Penaidae)
- Viola S y Arieli Y. 1983. Evaluation of different grains as basic ingredients in complete feeds for carp and tilapia in intensive culture. *Bamidgeh*, (35(2) 38-43).
- Webster C and Tidewell J. 1992. Use of distillers by-products in aquaculture diets. *World Aquaculture*, (23(4), 55-57).
- Xu W-J, Pan L-Q. 2012b. Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture*. (356–357, 147–152).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612003122>
- Xu W-J, Pan L-Q, Zhao D-H and Huang J. 2012a. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture* (Volume 350-353,147-153).  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612002074>
- Zarza ME. 2004. *Semicultivo experimental de robalo Centropomus undecimalis y del Chucumite Centropomus parallelus en agua dulce en el estado de Veracruz.* (tesis Doctorado). México (DF). México: UNAM.

## FIGURAS

### Lugar de experimentación



**Figura 1.** Vista aérea del MEIA-CEIEGT-FMVZ-UNAM, Tlapacoyan, Veracruz.



**Figura 2.** Módulo de Enseñanza e Investigación Acuícola (MEIA) del CEIEGT.



**Figura 3.** Laboratorio de Nutrición y Forrajes del CEIEGT-FMVZ-UNAM.

### **Ejemplares machos de las poblaciones de tilapia empleadas**



**Figura 4.** Macho de la población sintética de Pargo-UNAM.



**Figura 5.** Macho de tilapia del Nilo de tipo silvestre.

### **Estanque de biofloc con las jaulas flotantes**



**Figura 6.** Sistema de biofloc y distribución de las jaulas flotantes.

## Obtención de las muestras frescas



**Figura 7.** Lugar del corte para decapitación rápida.



**Figura 8.** Canal fresca de tilapia del Nilo.



**Figura 9.** Filete fresco de tilapia del Nilo.



**Figura 10.** Empaquetado e identificación de los filetes de las tilapias estudiadas.



**Figura 11.** Tejido adiposo (celómico) intra-peritoneal de tilapia.

### **Trabajo en el laboratorio**



**Figura 12.** Estufa para laboratorio.



**Figura 13.** Muestras deshidratadas de canal (izquierda) y filete (derecha) de Pargo-UNAM.



**Figura 14.** Aparato de Kjeldahl, en proceso de digestión (abajo) y destilación (arriba) de las muestras.



**Figura 15.** Titulación de Nitrógeno total, muestra destilada (amarilla), muestra titulada (rosa)



**Figura 16.** Aparato de Goldfish, para la determinación del extracto etéreo.



**Figura 17.** Pesaje de la muestra antes y después de la extracción de grasa.



**Figura 18.** Mufla para la obtención de las muestras de cenizas.



**Figura 19** Crisoles con muestras de cenizas.

Fuente de fotografías empleadas en esta tesis:

- Foto 1: tomada de la página de internet Google Earth, 2014.
- Foto 4 y 5: tomadas por la IAZ Martha Salazar Ulloa.
- Foto 2, 3, 6, 12-17 y 19: tomadas por la tesista Anareli Flores Crispín.
- Foto de la 7-11 y 18: tomadas por MVZ Dr. Mario Garduño Lugo.

## LISTA DE CUADROS

### Composición química de los alimentos comerciales empleados

**Cuadro 1.** Composición químico proximal del alimento balanceado con 28 % de proteína.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	(%)
Humedad	8.50
Materia seca	91.5
Proteína cruda	28.2
Cenizas	6.64
Extracto etéreo	11.3
Fibra cruda	0.36

<sup>1</sup> Base Húmeda

**Cuadro 2.** Composición químico proximal del alimento balanceado con 32 % de proteína.

Nutriente (BH) <sup>1</sup>	(%)
Humedad	7.90
Materia seca	92.1
Proteína cruda	32.8
Cenizas	6.91
Extracto etéreo	13.5
Fibra cruda	0.36

<sup>1</sup> Base Húmeda

### Composición química del biofloc

**Cuadro 3.** Composición químico proximal del biofloc.

Nutriente (%)	(%)
Humedad del biofloc decantado	95.7
Materia seca del biofloc deshidratado (BFDH)	4.30
Proteína cruda (BFDH)	24.6
Cenizas (BFDH)	41.2
Extracto etéreo (BFDH)	9.40
Fibra cruda	5.97

BFDH: Biofloc deshidratado

## Composición química del filete

**Cuadro 4.** Composición químico proximal inicial del filete de la tilapia del Nilo gris (NG) y del Pargo-UNAM (PU).

Nutriente (%)	NG	PU
Humedad	79.6	79.6
Materia seca	20.4	20.4
Proteína cruda	19.3	19.4
Cenizas	1.10	1.11
Extracto etéreo	3.50	2.95

NG: Tilapia del Nilo; PU: Pargo-UNAM

## Composición química de los filetes de NG y PU, al día 45

**Cuadro 5.** Composición química del filete de la tilapia del Nilo gris (NG) y del Pargo-UNAM, alimentada con dos niveles de proteína, bajo cultivo con biofloc a 45 días de alimentación.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>			Pargo-UNAM				C.V. <sup>9</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>10</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	PUBF <sup>5</sup>	PU28 <sup>6</sup>	PU32 <sup>7</sup>	P-F <sup>8</sup>			
Humedad	81.8 <sup>a</sup>	79.9 <sup>a</sup>	79.3 <sup>a</sup>	82.2 <sup>a</sup>	76.7 <sup>a</sup>	76.1 <sup>a</sup>	0.285	3.51	0.372	1.83
Materia seca	18.2 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>	20.7 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	0.245	8.97	0.393	1.97
Proteína cruda	12.3 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>	14.2 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	17.0 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>	0.321	13.2	0.354	2.44
Cenizas	0.908 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.485	13.6	0.283	0.678
Extracto etéreo	4.26 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	4.28 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	0.150	12.9	0.455	1.23

<sup>1</sup>Valores promedio en base humedad. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc (BF), <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>PU solo BF, <sup>6</sup>PU 28 % de PC+BF, <sup>7</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>8</sup> Probabilidad, <sup>9</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>10</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 6.** Composición química del filete en la tilapia del Nilo gris (NG) y del Pargo-UNAM en un sistema con biofloc a 45 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NGBF <sup>2</sup>	PUBF <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	81.8 <sup>a</sup>	82.2 <sup>a</sup>	0.652	1.18	0.056	0.62
Materia seca	18.2 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>	0.652	3.05	0.056	0.62
Proteína cruda	12.3 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	0.603	7.30	0.074	1.24
Cenizas	0.91 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.670	14.0	0.050	0.64
Extracto etéreo	4.26 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	0.139	15.7	0.460	1.30

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>PU solo BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 7.** Composición química del filete de la tilapia del Nilo gris (NG) y el Pargo-UNAM (PU) alimentadas con 28 % de proteína cruda en un sistema de biofloc a 45 de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG28 <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	79.9 <sup>a</sup>	76.7 <sup>a</sup>	0.392	4.41	0.190	2.24
Materia seca	20.1 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>	0.391	9.93	0.187	2.24
Proteína cruda	14.0 <sup>a</sup>	17.0 <sup>a</sup>	0.258	9.40	0.302	1.77
Cenizas	1.25 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>	0.854	11.9	0.009	0.63
Extracto etéreo	4.81 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	0.640	12.8	0.060	1.28

<sup>1</sup>Valores promedio en base humedad. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG28: Tilapia del Nilo 28% PC+BF, <sup>3</sup>PU28: Pargo-UNAM 28 % PC + biofloc, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 8.** Composición química del filete de la tilapia del Nilo gris (NG) y del Pargo-UNAM (PU) alimentadas con 32% de proteína cruda en un sistema de biofloc a los 45 de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG32 <sup>2</sup>	PU32 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	79.3 <sup>a</sup>	76.1 <sup>a</sup>	0.365	4.09	0.207	2.14
Materia seca	20.7 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	0.450	10.9	0.149	2.51
Proteína cruda	14.2 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>	0.382	18.6	0.194	3.64
Cenizas	1.13 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.535	14.6	0.103	0.76
Extracto etéreo	4.28 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	0.462	10.2	0.142	1.03

<sup>1</sup>Valores promedio en base humedad. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG de 32% PC+BF, <sup>3</sup>PU 32 de % PC+BF, <sup>4</sup> Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 9.** Composición química del filete de la tilapia del Nilo gris (NG), alimentada con dos niveles de proteína cruda bajo un sistema de biofloc a los 45 días.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>						
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
Humedad	81.8 <sup>a</sup>	79.9 <sup>a</sup>	79.3 <sup>a</sup>	0.175	1.66	0.441	0.86
Materia seca	18.2 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>	20.7 <sup>a</sup>	0.175	4.02	0.441	0.86
Proteína cruda	12.3 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>	14.2 <sup>a</sup>	0.205	5.06	0.410	0.89
Cenizas	0.908 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.205	9.90	0.410	0.48
Extracto etéreo	4.26 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	4.28 <sup>a</sup>	0.795	11.3	0.074	1.12

<sup>1</sup>Valores promedio en base humedad. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup> Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 10.** Composición química del filete del Pargo-UNAM (PU) alimentado con dos niveles de proteína cruda bajo un sistema de Biofloc a 45 días.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	PARGO UNAM				C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
	PUBF <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	PU32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>			
Humedad	82.2 <sup>a</sup>	76.7 <sup>a</sup>	76.1 <sup>a</sup>	0.260	4.67	0.362	2.44
Materia seca	17.8 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	0.290	11.8	0.338	2.66
Proteína cruda	13.1 <sup>a</sup>	17.0 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>	0.434	17.2	0.243	3.34
Cenizas	1.01 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.531	19.8	0.190	1.04
Extracto etéreo	2.65 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	0.093	14.4	0.546	1.33

<sup>1</sup>Valores promedio en base humedad. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>PU solo biofloc, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>5</sup>Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup> Error estándar (arcoseno).

## Composición química del filete al día 90

**Cuadro 11.** Composición química del filete de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM, alimentadas con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>			Pargo-UNAM			P-F <sup>8</sup>	C.V. <sup>9</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>10</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	PUBF <sup>5</sup>	PU28 <sup>6</sup>	PU32 <sup>7</sup>				
Humedad	79.0 <sup>a</sup>	81.6 <sup>a</sup>	77.6 <sup>a</sup>	81.4 <sup>a</sup>	79.6 <sup>a</sup>	75.4 <sup>a</sup>	0.429	4.50	0.306	2.31
Materia seca	21.0 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>	18.6 <sup>a</sup>	20.4 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	0.429	10.4	0.306	2.31
Proteína cruda	21.0 <sup>a</sup>	18.5 <sup>a</sup>	21.9 <sup>a</sup>	18.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	0.832	10.7	0.146	2.31
Cenizas	1.34 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.222	10.3	0.406	0.54
Extracto etéreo	2.33 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	2.58 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	0.439	14.8	0.302	1.17

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>PU solo Biofloc, <sup>6</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>7</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>8</sup>Probabilidad, <sup>9</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>10</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 12.** Composición química del filete de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), en un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente(%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NGBF <sup>2</sup>	PUBF <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	79.0 <sup>a</sup>	81.4 <sup>a</sup>	0.368	3.33	0.204	1.73
Materia seca	21.0 <sup>a</sup>	18.6 <sup>a</sup>	0.368	8.04	0.204	1.73
Proteína cruda	21.0 <sup>a</sup>	18.5 <sup>a</sup>	0.370	8.70	0.202	1.87
Cenizas	1.34 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	0.356	7.80	0.213	0.41
Extracto etéreo	2.33 <sup>a</sup>	2.58 <sup>a</sup>	0.550	10.2	0.096	0.74

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc (BF), <sup>3</sup>PU solo BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 13.** Composición química del filete de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con 28% de proteína en un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG28 <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	81.6 <sup>a</sup>	79.6 <sup>a</sup>	0.691	6.34	0.044	3.31
Materia seca	18.4 <sup>a</sup>	20.4 <sup>a</sup>	0.691	15.6	0.044	3.31
Proteína cruda	18.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	0.861	15.0	0.008	3.14
Cenizas	1.01 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.706	15.8	0.039	0.76
Extracto etéreo	2.46 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>	0.475	23.6	0.134	1.86

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 14.** Composición química del filete de la tilapia del Nilo gris (NG) y el Pargo-UNAM, alimentadas con 32 % proteína, en un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG32 <sup>2</sup>	PU32 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	77.6 <sup>a</sup>	75.4 <sup>a</sup>	0.365	2.83	0.207	1.41
Materia seca	22.4 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	0.365	5.96	0.207	1.41
Proteína cruda	21.9 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	0.486	7.40	0.128	1.65
Cenizas	1.36 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.408	6.13	0.176	0.35
Extracto etéreo	3.31 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	0.811	4.41	0.016	0.37

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>3</sup>PU 32 % de PC+BF, <sup>4</sup> Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 15.** Composición química del filete de tilapia del Nilo gris (NG) alimentada con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>				C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>			
Humedad	79.0 <sup>a</sup>	81.6 <sup>a</sup>	77.6 <sup>a</sup>	0.253	3.15	0.367	1.62
Materia seca	21.0 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>	0.253	7.39	0.367	1.62
Proteína cruda	21.0 <sup>a</sup>	18.5 <sup>a</sup>	21.9 <sup>a</sup>	0.416	8.51	0.253	1.86
Cenizas	1.34 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	0.119	8.62	0.507	0.45
Extracto etéreo	2.33 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	0.238	13.0	0.380	1.00

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28 % de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 16.** Composición química del filete de Pargo-UNAM, alimentado con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	Pargo-UNAM (PU)				C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>7</sup>
	PUBF <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	PU32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>			
Humedad	81.4 <sup>a</sup>	79.6 <sup>a</sup>	75.4 <sup>a</sup>	0.375	5.52	0.279	2.83
Materia seca	18.6 <sup>a</sup>	20.4 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	0.375	12.7	0.279	2.83
Proteína cruda	18.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	0.893	12.6	0.037	2.67
Cenizas	1.18 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.300	11.6	0.330	0.61
Extracto etéreo	2.58 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	0.722	15.6	0.103	1.30

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>PU solo biofloc, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>PU de PC+BF, <sup>5</sup>Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

## Composición química inicial de la canal

**Cuadro 17.** Composición química de inicial de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y del Pargo-UNAM (PU)

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i> (NG)	Pargo-UNAM
Humedad	76.0	69.9
Materia seca	24.0	30.1
Proteína cruda	14.6	15.1
Cenizas	3.60	5.31
Extracto etéreo	7.70	8.76

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda.

## Composición química de la canal al día 45

**Cuadro 18.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentada con dos niveles de proteína bajo un sistema de cultivo con biofloc.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>				Pargo-UNAM				R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>10</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	PUBF <sup>5</sup>	PU28 <sup>6</sup>	PU32 <sup>7</sup>	P-F <sup>8</sup>	C.V. <sup>9</sup>		
Humedad	66.7 <sup>a</sup>	75.7 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	73.0 <sup>a</sup>	65.1 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	0.088	4.85	0.512	2.27
Materia seca	33.3 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	27.0 <sup>a</sup>	34.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	0.088	8.50	0.512	2.27
Proteína cruda	18.1 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	17.7 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	0.088	10.4	0.512	1.84
Cenizas	7.18 <sup>a</sup>	3.60 <sup>c</sup>	4.06 <sup>bc</sup>	6.24 <sup>ab</sup>	5.38 <sup>abc</sup>	4.55 <sup>abc</sup>	0.007	9.74	0.670	1.04
Extracto etéreo	7.40 <sup>a</sup>	8.66 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	9.15 <sup>a</sup>	0.160	11.0	0.448	1.53

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>PU solo BF, <sup>6</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>7</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>8</sup>Probabilidad, <sup>9</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup> Coeficiente de determinación, <sup>10</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 19.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con biofloc a 45 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM		R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	PUBF <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>		
Humedad	66.7 <sup>a</sup>	73.0 <sup>a</sup>	0.230	6.39	0.336	2.96
Materia seca	33.3 <sup>a</sup>	27.0 <sup>a</sup>	0.242	10.4	0.320	2.82
Proteína cruda	18.1 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	0.225	12.4	0.339	2.26
Cenizas	7.18 <sup>a</sup>	6.24 <sup>a</sup>	0.528	11.9	0.106	1.45
Extracto etéreo	7.40 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>	0.912	13.2	0.003	1.68

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>PU solo BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup> Coeficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 20.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con 28 % de proteína + biofloc a 45 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG28 <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	75.7 <sup>a</sup>	65.1 <sup>a</sup>	0.058	5.54	0.632	2.58
Materia seca	24.3 <sup>a</sup>	34.9 <sup>a</sup>	0.058	9.58	0.634	2.57
Proteína cruda	11.8 <sup>a</sup>	17.7 <sup>a</sup>	0.085	11.3	0.563	2.05
Cenizas	3.60 <sup>a</sup>	5.38 <sup>a</sup>	0.050	9.02	0.656	0.89
Extracto etéreo	8.66 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	0.138	11.6	0.460	1.70

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup> NG 28% PC+BF, <sup>3</sup>PU % de PC+BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 21.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con 32 % de proteína + Biofloc a los 45 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG32 <sup>2</sup>	PU32 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
Humedad	72.1 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	0.970	1.97	0.000	0.93
Materia seca	27.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	0.970	3.59	0.000	0.93
Proteína cruda	14.4 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	0.226	5.65	0.339	0.95
Cenizas	4.06 <sup>a</sup>	4.55 <sup>a</sup>	0.303	5.75	0.258	0.56
Extracto etéreo	9.33 <sup>a</sup>	9.15 <sup>a</sup>	0.858	7.87	0.009	1.13

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup> NG 32% de PC+BF, <sup>3</sup>PU % de PC+BF, <sup>4</sup> Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup> Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 22.** Composición química proximal de la canal de tilapia del Nilo gris (NG), alimentada con dos niveles de proteína, bajo un sistema de cultivo con biofloc a 45 días de cultivo.

<i>Oreochromis niloticus</i>							
Nutriente (%) <sup>1</sup>	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
Humedad	66.7 <sup>a</sup>	75.7 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	0.213	6.08	0.403	2.88
Materia seca	33.3 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	0.213	10.9	0.402	2.86
Proteína cruda	18.1 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>	0.309	13.9	0.324	2.47
Cenizas	7.18 <sup>a</sup>	3.60 <sup>b</sup>	4.06 <sup>b</sup>	0.018	11.5	0.736	1.19
Extracto etéreo	7.40 <sup>a</sup>	8.66 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	0.427	11.2	0.247	1.51

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup> Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 23.** Composición química de la canal de Pargo-UNAM (PU), alimentado con dos niveles de proteína, bajo un sistema de Biofloc a 45 días de cultivo.

Pargo- UNAM							
Nutriente (%) <sup>1</sup>	PUBF <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	PU32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
Humedad	73.0 <sup>a</sup>	65.1 <sup>b</sup>	72.1 <sup>ab</sup>	0.028	3.11	0.696	1.44
Materia seca	27.0 <sup>b</sup>	34.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	0.028	5.34	0.696	1.44
Proteína cruda	12.6 <sup>b</sup>	17.7 <sup>a</sup>	11.5 <sup>b</sup>	0.004	5.01	0.844	0.89
Cenizas	6.24 <sup>a</sup>	5.38 <sup>a</sup>	4.55 <sup>a</sup>	0.113	7.77	0.516	0.85
Extracto etéreo	7.21 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	9.15 <sup>a</sup>	0.108	10.8	0.524	1.54

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>PU solo Biofloc, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup>Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

## Composición química de la canal al día 90

**Cuadro 24.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM, alimentadas con dos niveles de proteína a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>			Pargo-UNAM			P-F <sup>8</sup>	C.V. <sup>9</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>10</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	PUBF <sup>5</sup>	PU28 <sup>6</sup>	PU32 <sup>7</sup>				
Humedad	76.5 <sup>a</sup>	71.1 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	74.7 <sup>a</sup>	75.6 <sup>a</sup>	71.9 <sup>a</sup>	0.555	4.90	0.260	2.36
Materia seca	23.5 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	25.3 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	0.556	9.38	0.255	2.36
Proteína cruda	14.3 <sup>a</sup>	15.3 <sup>a</sup>	16.7 <sup>a</sup>	15.9 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	15.1 <sup>a</sup>	0.505	12.5	0.275	2.30
Cenizas	5.62 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.04 <sup>a</sup>	0.101	10.9	0.498	1.11
Extracto etéreo	3.39 <sup>b</sup>	8.02 <sup>a</sup>	6.95 <sup>ab</sup>	4.81 <sup>ab</sup>	7.49 <sup>ab</sup>	8.25 <sup>a</sup>	0.017	13.8	0.646	1.63

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo Biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup>PU solo BF, <sup>6</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>7</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>8</sup>Probabilidad, <sup>9</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>10</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 25.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM, alimentadas con biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM		C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	PUBF <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>				
Humedad	76.5 <sup>a</sup>	74.7 <sup>a</sup>	0.327	2.23	0.238	1.10	
Materia seca	23.5 <sup>a</sup>	25.3 <sup>a</sup>	0.328	4.54	0.237	1.10	
Proteína cruda	14.3 <sup>a</sup>	15.9 <sup>a</sup>	0.585	12.0	0.080	2.24	
Cenizas	5.62 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	0.415	5.02	0.170	0.57	
Extracto etéreo	3.39 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	0.126	11.4	0.482	1.08	

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo Biofloc, <sup>3</sup>PU solo BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 26.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM, alimentadas con 28 % de proteína en un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pargo-UNAM	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
	NG28 <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>				
Humedad	71.1 <sup>a</sup>	75.6 <sup>a</sup>	0.454	8.10	0.146	3.91
Materia seca	28.9 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	0.455	15.5	0.146	3.91
Proteína cruda	15.3 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	0.227	13.5	0.337	2.35
Cenizas	4.56 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	0.588	18.4	0.079	1.77
Extracto etéreo	8.02 <sup>a</sup>	7.49 <sup>a</sup>	0.720	14.4	0.036	1.89

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>3</sup>PU 28 % de PC+BF, <sup>4</sup> Probabilidad, <sup>5</sup> Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 27.** Composición química de la canal en tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con 32% de proteína a los 90 días de cultivo.

Nutriente (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>	Pargo-UNAM	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
	NG32 <sup>2</sup>	PU32 <sup>3</sup>				
Humedad	72.1 <sup>a</sup>	71.9 <sup>a</sup>	0.857	0.918	0.009	0.43
Materia seca	27.9 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	0.846	1.67	0.011	0.43
Proteína cruda	16.7 <sup>a</sup>	15.1 <sup>a</sup>	0.609	12.0	0.071	2.31
Cenizas	4.16 <sup>a</sup>	4.04 <sup>a</sup>	0.722	4.95	0.035	0.47
Extracto etéreo	6.95 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>	0.447	13.9	0.150	1.81

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>3</sup>PU 32 % de PC+BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup> Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 28.** Composición química de la canal de tilapia del Nilo (NG), alimentada con dos niveles de proteína, bajo un sistema de cultivo de biofloc a los 90 días de cultivo.

<i>Oreochromis niloticus</i>							
Nutriente (%) <sup>1</sup>	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
Humedad	76.5 <sup>a</sup>	71.1 <sup>b</sup>	72.1 <sup>ab</sup>	0.031	2.15	0.686	1.04
Materia seca	23.5 <sup>b</sup>	28.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	0.031	4.07	0.686	1.04
Proteína cruda	14.3 <sup>a</sup>	15.3 <sup>a</sup>	16.7 <sup>a</sup>	0.689	11.7	0.116	2.21
Cenizas	5.62 <sup>a</sup>	4.56 <sup>ab</sup>	4.16 <sup>b</sup>	0.030	5.31	0.689	0.55
Extracto etéreo	3.39 <sup>b</sup>	8.02 <sup>a</sup>	6.95 <sup>ab</sup>	0.022	13.8	0.717	1.58

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 29.** Composición química de la canal de Pargo-UNAM (PU), alimentado con dos niveles de proteína, bajo un sistema de biofloc a los 90 días de cultivo.

Pargo-UNAM							
Nutriente (%) <sup>1</sup>	PUBF <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	PU32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†7</sup>	E.E. <sup>7</sup>
Humedad	74.7 <sup>a</sup>	75.6 <sup>a</sup>	71.9 <sup>a</sup>	0.670	6.52	0.112	3.17
Materia seca	25.3 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	0.700	12.7	0.112	3.17
Proteína cruda	15.9 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	15.1 <sup>a</sup>	0.305	13.3	0.326	2.39
Cenizas	6.04 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.04 <sup>a</sup>	0.169	14.5	0.447	1.47
Extracto etéreo	4.81 <sup>a</sup>	7.49 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>	0.118	13.7	0.509	1.68

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>PU solo biofloc, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>PU 32% de PC+BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

## Porción de la grasa celómica

**Cuadro 30.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) en la tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), alimentadas con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc.

TAC (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>			Pargo-UNAM			P-F <sup>8</sup>	C.V. <sup>9</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>10</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	PUBF <sup>5</sup>	PU28 <sup>6</sup>	PU32 <sup>7</sup>				
45 DÍAS	0.603 <sup>b</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.49 <sup>a</sup>	1.19 <sup>ab</sup>	2.67 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.003	19.5	0.739	1.27
90 DÍAS	0.381 <sup>b</sup>	2.79 <sup>a</sup>	2.48 <sup>a</sup>	0.406 <sup>b</sup>	3.66 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	0.000	20.7	0.844	1.29

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% PC +BF, <sup>5</sup>PU solo BF, <sup>6</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>7</sup> PU 32% de PC+BF, <sup>8</sup>Probabilidad, <sup>9</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>10</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 31.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) en la tilapia del Nilo gris (NG) y Pargo-UNAM (PU), en un sistema de biofloc a 45 y 90 días de cultivo.

TAC (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM		C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2</sup> †	E.E. <sup>6</sup>
	NGBF <sup>2</sup>	PUBF <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>				
45 días	0.603 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	0.171	30.9	0.410	1.30	
90 días	0.381 <sup>a</sup>	0.406 <sup>a</sup>	0.868	33.0	0.008	0.94	

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG con solo biofloc, <sup>3</sup>PU con solo BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 32.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) en la tilapia del Nilo gris (NG) y el Pargo-UNAM, alimentados con 28% de proteína en una sistema de Biofloc a 45 y 90 días de cultivo.

TAC (%)	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG28 <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
45 DÍAS	2.57 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>	0.968	21.1	0.000	1.59
90 DÍAS	2.79 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	0.426	22.3	0.164	1.85

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>3</sup>PU % de PC+BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 33.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) de la tilapia del Nilo gris (NG), y Pargo-UNAM (PU) alimentados con 32% de proteína bajo un sistema de biofloc a 45 y 90 días de cultivo.

TAC (%) <sup>1</sup>	<i>Oreochromis niloticus</i>		Pargo-UNAM			
	NG32 <sup>2</sup>	PU32 <sup>3</sup>	P-F <sup>4</sup>	C.V. <sup>5</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>6</sup>
45 DÍAS	2.49 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.216	10.1	0.350	0.80
90 DÍAS	2.48 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	0.500	11.2	0.121	0.86

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>3</sup>PU32: PU 32 % de PC+BF, <sup>4</sup>Probabilidad, <sup>5</sup>Coefficiente de variación, <sup>†</sup>Coefficiente de determinación, <sup>6</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 34.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) de la tilapia del Nilo gris (NG), alimentada con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc a 45 y 90 días de cultivo.

<i>Oreochromis niloticus</i>							
TAC (%) <sup>1</sup>	NGBF <sup>2</sup>	NG28 <sup>3</sup>	NG32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
45 días	0.603 <sup>b</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.49 <sup>a</sup>	0.014	22.0	0.760	1.33
90 días	0.381 <sup>b</sup>	2.79 <sup>a</sup>	2.48 <sup>a</sup>	0.018	27.4	0.740	1.62

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>NG solo biofloc, <sup>3</sup>NG 28% de PC+BF, <sup>4</sup>NG 32% de PC+BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup>Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).

**Cuadro 35.** Contenido de tejido adiposo celómico (TAC) del Pargo-UNAM (PU), alimentado con dos niveles de proteína bajo un sistema de biofloc a 45 y 90 días de cultivo.

Pargo-UNAM							
TAC (%) <sup>1</sup>	PUBF <sup>2</sup>	PU28 <sup>3</sup>	PU32 <sup>4</sup>	P-F <sup>5</sup>	C.V. <sup>6</sup>	R <sup>2†</sup>	E.E. <sup>7</sup>
45 días	1.19 <sup>b</sup>	2.67 <sup>ab</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.038	17.2	0.663	1.20
90 días	0.406 <sup>b</sup>	3.66 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	0.001	12.9	0.935	0.85

<sup>1</sup>Valores promedio en base húmeda. Valores en la misma fila con el mismo superíndice no son diferentes ( $P \geq 0.05$ ). <sup>2</sup>PU solo biofloc, <sup>3</sup>PU 28% de PC+BF, <sup>4</sup>PU 32% de PC+ BF, <sup>5</sup> Probabilidad, <sup>6</sup>Coeficiente de variación, <sup>†</sup>Coeficiente de determinación, <sup>7</sup>Error estándar (arcoseno).