

# Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E

Adrianyela, Noriega-Salazar<sup>1\*</sup>; Deyanira, Rivas-Salazar<sup>2</sup>;  
Ramón, Silva-Acuña<sup>3</sup>; Ernesto, Hurtado<sup>4</sup>

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias se les suministró alimento concentrado suplementado con vitaminas C y E. Se utilizaron 16 acuarios, cada tratamiento con cuatro repeticiones y tres peces cada uno, para un total de 48 ejemplares juveniles de ambos sexos con tallas entre 11 cm y 16,5 cm. Los tratamientos fueron: 1- Alimento concentrado, 2- Alimento concentrado suplementado con vitamina E (0,05 g.kg<sup>-1</sup>) y 3- Alimento suplementado con vitamina C (0,1 g.kg<sup>-1</sup>) y 4- Alimento suplementado con las vitaminas E (0,05 g.kg<sup>-1</sup>) y C (0,1 g.kg<sup>-1</sup>). Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, las variables cuantificadas fueron examinadas por análisis de varianza y comparadas por la prueba de Mínima Diferencia Significativa a 5% de probabilidad. Los resultados para las variables de talla (inicial, final y ganada) no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que si los hubo para la masa (inicial, final y ganada) donde el tratamiento con el alimento concentrado y la adición de 0,1 y 0,05 g.kg<sup>-1</sup> de vit. C y E, mostró los mejores resultados; de manera similar, la tasa de crecimiento y la sobrevivencia resultaron favorecidas en ese tratamiento mostrando los mayores valores y diferencias estadísticamente de los demás. La adición combinada de vitaminas C y E aumenta la masa de los juveniles y proporciona el valor más elevado de sobrevivencia en las tilapias en condiciones de cautiverio.

**Palabras claves:** crecimiento en peces, *Oreochromis*, sobrevivencia, tilapia, vitamina C y E.

## Growth and survival of juveniles of red tilapia with diets supplemented with vitamins C and E

### Abstract

In order to evaluate the growth and survival of Tilapia they were supplied concentrate and supplemented with vitamins C and E. Sixteen aquariums were used, each treatment with four replicates, and three fishes each one, for a total of 48 juveniles of both sexes with sizes between 11 cm and 16,5 cm. The treatments were: 1- Concentrated feed, 2- Concentrated feed supplemented with vitamin E (0.05 g.kg<sup>-1</sup>) and 3- Feed supplemented with vitamin C (0.1 g.kg<sup>-1</sup>) and 4- Feed supplemented with vitamins E (0.05 g.kg<sup>-1</sup>) and C (0.1 g.kg<sup>-1</sup>). The completely randomized design was used, the quantified variables were examined by analysis of variance and its values averages by Minimum Significant Difference test at 5% probability. The results for the variables of size (initial, final and won) did not show statistical differences between treatments, while if there were to the of mass (initial, final and won) where the treatment with concentrated feed and the addition of 0,1-0,05 g/kg., vit. C and E, showed the best results. Similarly, the growth rate and survival were favored in that treatment showing the highest values and differences statistically from the others. The combined addition of vitamins C and E increases the mass of the juveniles and provides the highest survival value in tilapia in captive conditions.

**Key words:** growth in fish, *Oreochromis*, survival, tilapia, vitamin C and E.

**Recibido:** 27 de enero de 2020

**Aceptado:** 19 de junio de 2020

<sup>1</sup> Biólogo; Docente de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Escuela de Zootecnia, Departamento de Nutrición Animal y Forrajes, Venezuela; adnoriega@monagas.udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0001-8509-6483>

<sup>2</sup> Ing. Prod. Animal; Docente de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Escuela de Zootecnia, Producción e Industria Animal, Venezuela; rivasd@monagas.udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0001-7610-4824>

<sup>3</sup> PhD. Docente del Postgrado de Agricultura Tropical, Universidad de Oriente, Campus Juanico, Maturín, Venezuela; rsilva@udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0003-1235-9283>

<sup>4</sup> Dr. En Ciencias agrícolas; Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López; ernesto.hurtado@espa.edu.ec; <http://orcid.org/0000-0003-2574-1289>

\*Autor para correspondencia: adnoriega@monagas.udo.edu.ve

## I. INTRODUCCIÓN

La tilapia es el resultado del cruce de cuatro especies, lo que permite clasificarla como un tetrahíbrido, siendo tres de origen africano y la cuarta especie israelita, respectivamente [*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mosambicus* x *Oreochromis urolepis hornorum* x *Oreochromis aureus*] (Beveridge *et al.* 2001; Castillo, 2001).

El cruzamiento selectivo permitió la obtención de un pez cuya coloración fenotípica puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, con forma robusta, de poca exigencia respiratoria, capaces de soportar el calor y bajos niveles de oxígeno (Cantor, 2007). Ng y Romano (2013) señalan que el ciclo de vida de la tilapia comprende cuatro etapas de desarrollo: alevín, cría, juvenil y adulto; además, indica que la mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses, alcanzando tallas comerciales de 18 a 25 cm, con masa de 150 a 300g; sin embargo, la determinación de las condiciones ambientales óptimas de tilapia cultivadas, es esencial para la maximización de la producción, la rentabilidad y sostenibilidad debido a que canalizan la energía para mayor rendimiento (Medina, 2018).

El crecimiento de los peces depende de su tamaño o masa, de la disponibilidad de alimento, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, concentración de amonio no ionizado y estrés, entre otros factores que al parecer influyen en la ingesta de alimentos de los peces (Brett, 1979); además, del tipo de alimento suministrado, y en algunos casos suplementado con diferentes compuestos como vitaminas, probióticos, harina de pescado y de granos de leguminosas, larvas de insectos, entre otras fuentes no convencionales, que también inciden sobre el crecimiento de los peces (Sánchez y Manzano, 2014; Musita *et al.* 2015; Marroquí, 2018). Castillo y Sánchez (2018), ratifican lo señalado por Brett (1979) y agregan que no solo afectan el crecimiento, sino también su reproducción.

No solo las proteínas pueden ser suplementadas con frecuencia en la alimentación de los peces, también, se adicionan vitaminas y minerales, que son necesarios para el crecimiento y la salud de la tilapia (Corredor y Landinis, 2009; Torres-Novoa y Hurtado-Nery, 2012; Han-Peng *et al.* 2018). Las vitaminas y minerales participan en muchas rutas metabólicas, en la regulación del ciclo celular y como moduladores de los procesos de replicación y diferenciación celular, recambio rápido de tejidos epiteliales y del sistema inmunológico. Esto es

fundamental, en la respuesta inmune de los peces frente a los desafíos que les impone el ambiente y agentes patógenos que causan enfermedades. Por otro lado, los niveles de inclusión en las dietas de estos nutrientes deben ser adecuados, para evitar la aparición de deficiencias y todos los impactos negativos que esto conlleva (Fisher, 2008; Campos-Granados, 2015).

Barreto-Herrera (2010) utilizó 270 alevines con masa inicial promedio de 0,299 g y talla 1,13 cm, a los cuales les suministró alimento comercial de 19,97% de proteína cruda con inclusión de seis niveles de vitamina C. El mayor valor en masa (2,02 g) lo mostró el tratamiento control (sin inclusión de vitamina C) y la mayor talla (4,53 cm) el tratamiento con 1000 mg vitamina C.kg<sup>-1</sup> de alimento. La autora concluyó que la vitamina C no afectó el crecimiento de las tilapias porque no encontró diferencia entre tratamientos. Por otra parte, también se evaluó la vitamina C y mananoligosacáridos (MOS) en dietas para tilapia, resultando la interacción de 1200 mg de vitamina C.kg<sup>-1</sup> y 0,5 % de MOS en la dietas como la de mejor respuesta en comportamiento productivo, integridad intestinal y mejores constantes hematológicas en la tilapia, frente a dieta sin suplementos (Castillo *et al.* 2015).

En la trucha arcoíris se evaluaron varios tratamientos con vitamina C e hierro para medir el efecto de dichos tratamientos sobre el crecimiento y parámetros hematológicos e inmunológicos. Los resultados permitieron concluir que la suplementación de las dietas con vitamina C y con hierro favorecen el crecimiento y bienestar de dicha especie (Adel y Khara, 2016). Entre los beneficios que aporta la vitamina C se indica su efecto al promover la supervivencia y óptimo rendimiento de los peces (Misra *et al.* 2007; Lu *et al.* 2016); además se utiliza como inmunomodulador, siendo un compuesto nutricional clave en la piscicultura moderna, promoviendo la supervivencia y óptimo rendimiento de los peces (Verlhac y Gabaudan, 2007; Cuaical *et al.* 2013).

La vitamina C, es necesaria para la síntesis de colágeno y de los glóbulos rojos debido a que contribuyen con buen funcionamiento del sistema inmunológico, resistencia a enfermedad y estrés (Cuaical *et al.* 2013); esta vitamina, desempeña funciones en el metabolismo del hierro, participa en la formación de neurotransmisores como la serotonina, en la transformación de dopamina en noradrenalina y en otras reacciones de hidroxilación que incluyen a los aminoácidos aromáticos y a los

corticoides (Chagas y Val, 2006; Torres-Novoa y Hurtado-Nery, 2012).

Otra vitamina evaluada sobre el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) ha sido la vitamina E, la cual impulsa mecanismos inmuno-nológicos, hormonales y celulares, mejora las actividades fagocíticas y la producción de leucocitos; además, en asociación con el selenio y el glutatión peroxidasa, la vitamina E evita la oxidación de macromoléculas y es importante para la salud animal, el crecimiento, el rendimiento productivo, la calidad de los filetes y el sistema inmunológico (Gutiérrez-Espinosa *et al.* 2019). De manera similar, la vitamina E favorece el perfil fisiológico, protege a los peces bajo estrés y disminuye la posibilidad de enfermarse (Ispir *et al.* 2011; Han-Peng *et al.* 2018), puede reducir la mortalidad y mejorar el rendimiento del pez (Hamre, 2011; Han-Peng *et al.* 2018), así como también la calidad de la carne del filete y la capacidad antioxidante del suero (Wu *et al.* 2017).

Los beneficios de ambas vitaminas están involucrados en todas las posibles bondades que aportan al alimento concentrado, favoreciendo la sobrevivencia de los peces y su salud; además, de fortalecer el sistema inmunológico. Para ello, Echezuria-Alvarado (2010) utilizó 90 alevines con masa inicial promedio de  $0,94 \pm 0,02$  g y talla  $3,88 \pm 0,19$  cm. Los tratamientos correspondieron a la inclusión de 50, 70 mg de vitamina E y un control (sin vitamina E). La mejor sobrevivencia (100%) se obtuvo con el control, así como también los mayores valores en talla y masa (6,38 cm. y 3,73 g, respectivamente), seguidos de los tratamientos con inclusión de 70 mg y 50 mg de vitamina E (talla 5,66 cm; masa 3,29 g) y (talla 5,22 cm; masa 2,92 g), respectivamente.

Zanon *et al.* (2018), evaluaron el efecto de la vitamina E, sobre la composición de la carne, el crecimiento, los parámetros bio-químicos e inmunológicos del *Pseudoplatystoma reticulatum*. Concluyeron con base en el contenido de globulina sérica y la deposición de la vitamina E en hígado y filete, que la inclusión de  $166,6 \text{ mg.kg}^{-1}$  de vitamina E en la dieta para esta especie, mejora el estado inmunológico y, probablemente, la calidad de la carne de esta especie. Por su parte, Wu *et al.* (2018), evaluaron el efecto de la vitamina E en dietas sobre el crecimiento de tilapias, señalando que cantidades no menores a  $40 \text{ mg.kg}^{-1}$  de vitamina E, mejoran la productividad, calidad de carne del filete y la capacidad antioxidante del suero.

Kim *et al.* (2003) estudiaron los posibles efectos

sinérgicos de cinco dietas con diferentes niveles de ácido ascórbico, acetato de  $\alpha$ -tocoferilo y selenio sobre el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), además de la resistencia a *Edwardsiella tarda*. Los resultados revelan que los peces alimentados con altos niveles de ácido ascórbico y acetato de  $\alpha$ -tocoferilo presentaron significativamente mayor ganancia de masa, índice de eficiencia de alimentación, relación de eficiencia proteica y tasa específica de crecimiento; sin embargo, no hubo efecto sinérgico entre las dietas y resistencia a las enfermedades causadas por *E. tarda*. De manera similar, se realizó un estudio con el pez disco durante 56 días donde se ensayaron cuatro niveles de vitamina C, tres niveles de vitamina E y el tratamiento control. Los niveles de vitamina C de  $40 \text{ mg.kg}^{-1}$  y de vitamina E de  $80 \text{ mg.kg}^{-1}$ , otorgaron beneficios al pez, manifestando altos valores de crecimiento en cuanto a la masa y longitud, antioxidantes y actividad de las enzimas digestivas (Han-Peng *et al.* 2018).

Actualmente, el auge y desarrollo de la acuicultura, trae implícita una demanda considerable de alimentos que garanticen adecuado suministro y balance de nutrimentos, capaces de satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie a cultivar, donde la calidad de éste, repercute directamente en el crecimiento y en la salud de los organismos (Peters *et al.* 2009). Por lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapias rojas alimentados con concentrado y suplementos de vitaminas C y E.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de los experimentos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura, de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Campus Juanico, Municipio Maturín, Estado Monagas, ubicado geográficamente a  $9^{\circ} 45' \text{ LN}$  y  $63^{\circ} 11' \text{ de LW}$ , con altitud de 65 m.

### Selección de material biológico

Se seleccionaron 48 peces juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) de ambos sexos de los tanques de cultivo del Laboratorio de Piscicultura con tallas comprendidas entre 11,0 cm y 16,5 cm de longitud total. Después de la selección, se realizó la distribución de los ejemplares a razón de tres peces por acuario, para un total de 16 acuarios de vidrio, cada uno con capacidad de 98

L, y dimensiones de 35 x 70 x 40,5 cm., respectivamente. Los acuarios se colmaron con agua proveniente de los tanques de cultivo hasta 80% de su capacidad y se acoplaron a un sistema de aireación continua constituido por un compresor lineal modelo L-20NC, al cual están conectadas las piedras difusoras sumergidas en cada acuario, para mantener estables las condiciones de temperatura (entre 28,41 y 28,66 °C) mantenida con ventilación mecánica. El oxígeno disuelto se mantuvo entre 2,14-2,27 mg.L<sup>-1</sup> y el pH oscilo entre 7,90 y 7,95 durante el ensayo. Seguidamente, los peces se dejaron aclimatar durante siete días, para su posterior estudio. Se realizaron recambios parciales del agua cada siete días. Se aleatorizaron los acuarios para las cuatro dietas o tratamientos con sus respectivas cuatro repeticiones.

#### **Elaboración de las dietas y alimentación de los peces**

Antes de la elaboración de las dietas fue necesario determinar primero la cantidad de alimento que se les suministró a los peces por acuario.día<sup>-1</sup> (1), la cual se ajustó semanalmente de acuerdo a la biomasa (2) utilizando los criterios aplicados de Alvarado (1995) y por la tasa de alimentación a razón de 8% de la biomasa de cada acuario según lo señalado por Morales (1991). Los peces fueron alimentados con dos raciones diarias a las 8:00 am y a las 2:00 pm, durante 45 días.

Cantidad de alimento.día<sup>-1</sup> = Biomasa x tasa de alimentación (8%) (1)

Biomasa (g) = Número de peces x peso promedio (g) (2)

Para la alimentación de los peces, se utilizó alimento concentrado (AC) comercial especialmente formulado para tilapias con 28% de proteína cruda. Las vitaminas utilizadas procedían de Laboratorios Vargas, marca Varmolca S.A, Venezuela y presentaron las siguientes características: la vitamina C utilizada fue el ascorbato de sodio cristal, con apariencia de polvo cristalino amarillento con pH 7,7 y la vitamina E, fue  $\alpha$  tocoferol de acetato, con apariencia de polvo cristalino con pH 7,0. El alimento concentrado (AC) utilizado se desintegró con un molino para granos, marca GENPAR, modelo GGG-121-HH, Venezuela, hasta obtener una harina para facilitar el homogeneizado con las vitaminas y garantizar el mayor consumo de alimento en los peces. La mezcla del AC con las vitaminas se realizó en bolsas plásticas con cierre hermético antes de alimentar a los peces y de acuerdo a los cálculos de biomasa.

#### **Determinación del crecimiento y la sobrevivencia de tilapias rojas alimentadas con concentrados y suplementos de vitaminas C y E**

Para determinar el crecimiento de las tilapias se midió la longitud total (talla) con una regla graduada en cm, desde la parte anterior de la cabeza (hocico) hasta la parte final de la aleta caudal y se determinó la masa en una balanza analítica marca OHAUS, modelo AR2140, EUA con apreciación de 0,001g.

La tasa de crecimiento (3) se calculó con los valores promedios obtenidos y se determinó de acuerdo a Jover-Cerdá *et al.* (1998), utilizando la siguiente ecuación:

Tasa de crecimiento (TC) = 100 [ln (masa final ÷ masa inicial) ÷ tiempo] (3)

El incremento de la biomasa (4) se determinó de acuerdo a la metodología indicada por Bastardo *et al.* (2005), aplicando la siguiente expresión:

Incremento de biomasa (IB) = biomasa final - biomasa inicial (4)

La sobrevivencia (5) se calculó mediante la fórmula propuesta por Pineda-Hernández (1999) por la siguiente ecuación:

Sobrevivencia (S) = (número final de peces ÷ número inicial de peces) x 100 (5)

#### **Diseño experimental, variables cuantificadas**

Se utilizó el diseño completamente aleatorio, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde las dietas o tratamientos empleados fueron: Tratamiento 1- AC (Alimento concentrado); Tratamiento 2- AC+0,1 g.kg<sup>-1</sup> de vitamina C; Tratamiento 3- AC+0,05 g.kg<sup>-1</sup>, de vitamina E y Tratamiento 4- AC+0,1 y 0,05 g.kg<sup>-1</sup> de las vitaminas C y E, respectivamente. Se cuantificó: talla, masa, tasa de crecimiento, incremento de biomasa y sobrevivencia.

Previo al análisis de varianza (ANAVA) los valores de las variable cuantificadas fueron exploradas por las pruebas de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los errores y de Bartlett para homogeneidad de varianza, y posterior al análisis de varianza, la comparación de los valores promedios se realizó por la prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS) a 5% de probabilidad, empleando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2017).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del crecimiento (talla, masa, tasa de crecimiento e incremento de biomasa) y la sobrevivencia de tilapias rojas alimentadas con concentrados y suplementos de vitaminas C y E.

De manera general, se puede observar en la Tabla 1,

que los valores promedios del crecimiento de la tilapia roja para las variables referidas a la talla (inicial, final y ganada) no presentaron diferencias estadísticas para los tratamientos, siendo similares sus valores promedios por la prueba MDS (Mínima diferencia significativa) a 5% de probabilidad; mientras que, para las de masa (inicial, final y ganada) ocurrió lo contrario.

**Tabla 1.** Valores promedios de talla y masa de las tilapias rojas suplementadas con vitaminas C y E.

Tratamientos	Talla (cm)			Masa (g)		
	Inicial	Final	Ganada	Inicial	Final	Ganada
Alimento concentrado (AC) <sup>1</sup>	12,84a	14,72a	1,12a	49,40b	55,37c	5,97b
AC+0,1vitC <sup>2</sup>	14,85a	15,46a	0,85a	55,52a	61,60b	6,15b
AC+0,05vitE <sup>3</sup>	14,60a	15,80a	1,20a	50,52b	59,74b	9,27a
AC+0,1 y 0,05vitCyE <sup>4</sup>	14,51a	15,80a	1,29a	55,88a	66,57a	10,69a

1- Alimento concentrado, 2- Alimento concentrado + 0,1 g.kg<sup>-1</sup> de vitamina C; 3- Alimento concentrado + 0,05g.kg<sup>-1</sup> de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg<sup>-1</sup> y 0,05 g.kg<sup>-1</sup> de las vitaminas C y E, respectivamente. En las columnas, medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad.

Para la talla inicial, numéricamente, se puede señalar que los valores promedios oscilaron entre 12,84 cm y 14,85 cm, siendo el mayor valor asociado al tratamiento AC+0,1g.kg<sup>-1</sup> de vitamina C y el menor promedio estuvo vinculado al tratamiento testigo con el alimento concentrado (AC). Los valores promedios de los tratamientos AC+0,05g.kg<sup>-1</sup> de vitamina E y AC+0,1 y 0,05g.kg<sup>-1</sup> de vitamina C y E fueron inferiores al tratamiento AC+0,1vitC. Para la variable talla final, de modo análogo a lo anterior, los valores promedios oscilan entre 14,72 y 15,80 cm, siendo los más elevados asociados a los tratamientos AC+0,05vitE y AC+0,1 y 0,05vitCyE. Por otra parte, en relación a los valores correspondientes a talla ganada, para los cuales no hubo diferencias estadísticas, se puede inferir de acuerdo a los promedios obtenidos, que el tratamiento AC+0,1 y 0,05 vitCyE, presentó el valor de 1,29 cm, el cual superó numéricamente al tratamiento AC+0,05vitE, con talla de 1,2 cm. y este a su vez alcanzó mejor promedio que el tratamiento testigo de alimento concentrado (1,12 cm) y que el tratamiento AC+0,1vitC, con talla de 0,85 cm. A pesar de que los peces crecieron en talla durante los 45 días del ensayo, no se detectó diferencias significativas entre los valores promedios para cada una de las dietas evaluadas. Los resultados de las tallas de esta investigación son similares a los obtenidos por Barreto-Herrera (2010), quien aseveró que dietas con vitamina C no afectan el crecimiento (talla) de las tilapias, y de manera similar con los resultados de Echezuria-Alvarado

(2010) al alimentar alevines de tilapia con concentrado y suplementos de vitamina E, no detectando diferencias estadísticas entre las dietas; además, también consolidan lo señalado por Carbajal y De la Cruz, (2014) de que la talla en este tipo de experimentos no distingue cambios notorios que pudieran indicar diferencias entre los tratamientos evaluados.

Cuando comparados los resultados de las tallas finales obtenidos en este estudio con las obtenidas por Castro *et al.* (2004) de 15,58 cm para *O. mossambicus* cultivada en aguas duras durante 90 días, se puede argumentar que aunque los ensayos son diferentes, las tallas coinciden entre las especies. Las magnitudes en la talla obtenidas en esta investigación se ratifican con los resultados obtenidos por Castro *et al.* (2004); además, a esto se agrega la necesidad de cuantificar la talla inicial de los peces del ensayo, para luego poder realizar comparaciones entre los tratamientos estudiados como lo indica Brett (1979). Es necesario señalar que el tipo de alimento suministrado y en el caso de ser suplementado con vitaminas, las mismas pueden influir en el crecimiento de los peces como señalado por Lara *et al.* (2002), así como también los parámetros de luz y la oscuridad como lo refieren Nole y Herrera (2016), aunque en este ensayo no se evidenció ese efecto, tal comportamiento puede ser debido a que sólo se estudió el crecimiento por 45 días o como señalan Martínez-Porcha *et al.* (2009), que los organismos de menor talla, como por ejemplo larvas o juveniles de peces, tienen alta

tasa metabólica por unidad de volumen en comparación con organismos de mayor tamaño y esta condición puede hacer que los peces crezcan con similitud y no reflejen diferencias en talla.

### Masa

Las tres variables cuantificadas para masa (inicial, final y ganada) mostraron diferencias estadísticas. La masa inicial osciló entre 49,4 g y 55,88 g siendo el menor valor para el tratamiento con el alimento concentrado (AC) o control y el mayor para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE (Tabla 1). Las masas iniciales de los peces utilizados en el presente estudio obedecían desde el punto de vista estadístico a dos grupos homogéneos y distintos entre sí, tal condición es debida al azar aplicado en la selección de los tratamientos. El primer grupo, formado por los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,1 y 0,05vitCyE con los mayores pesos y diferentes de los demás y el segundo grupo formado por los tratamientos alimento concentrado y AC+0,05vitE, con valores menores que los anteriores y similares entre sí.

Las masas finales de los ejemplares oscilaron entre 55,37 y 66,57 g, manteniéndose el menor valor para el testigo o control y el mayor valor para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE; sin embargo, estadísticamente se puede señalar que el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE, con 66,57 g presentó el mayor valor y difiere estadísticamente de los demás, seguido del grupo formado por los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,05vitE, con 61,67 g y 59,77 g respectivamente, similares entre sí y por último el tratamiento alimento concentrado con 55,37, con el menor valor de masa final distinto a los demás tratamientos. El comportamiento observado en el tratamiento testigo con uso exclusivo del alimento concentrado se debe a la ausencia de vitaminas, mientras que su presencia en los otros tratamientos incrementó la masa de los peces. En consecuencia, los resultados de esta investigación permiten indicar que la combinación de ambas vitaminas favorece la masa final de las tilapias.

Para la variable masa ganada se constató la formación de dos grupos distintos estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad. El primero formados por

los tratamientos AC+0,1 0,05vitCyE y AC+0,05vitE, con los mayores valores de 10,69 g y 9,27 g respectivamente, similares entre sí y distintos de los tratamientos AC+0,1vitC con 6,15 g y alimento concentrado (AC) con 5,97 g con los menores valores, similares entre sí. Estos resultados permiten indicar que los tratamientos con la adición conjunta de ambas vitaminas y la dosis de vitamina E favorecieron el incremento de la masa ganada en los peces en relación a los tratamientos con la dosis aislada de la vitamina E y el alimento concentrado. De estos hechos se puede inferir que el uso aislado de la vitamina E o combinado con la vitamina C, en conjunto con el alimento concentrado generan efecto positivo al crecimiento en masa de la tilapia.

Al comparar los valores promedios de masa final obtenidos es este estudio de 55,37 y 66,57 g con los obtenidos por Castro *et al.* (2004) a 120 días del ensayo, donde reportaron en *O. mossambicus* una masa de 46,6 g, seguida de *O. niloticus* con 26,1 g y *O. aurea* con 21,5 g, se puede señalar que sus resultados están por debajo de los reportados en este estudio y posiblemente este comportamiento sea debido a la especie utilizada, lo que indica que la tilapia (*O. spp*), alcanza mayor masa con las dietas suministradas. Es conveniente mencionar, que el trabajo de Castro *et al.* (2004), se realizó con alevines de 30 días de nacidos que crecieron durante 120 días y alcanzaron tallas entre 15,21 y 20,17 cm, mientras que en este estudio aun utilizando juveniles, las tilapias alcanzaron tallas entre 14,7 cm y 15,8 cm., a los 45 días. Al respecto, Carbajal y De la Cruz (2014), mencionan que la tilapia nilótica tiene incremento en masa ascendente mientras transcurre el tiempo, tal como sucedió en este estudio.

### Tasa de crecimiento

En la Tabla 2, se muestra la tasa de crecimiento de los peces, para la cual se evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos; siendo que los mayores valores promedios están asociados a los tratamientos AC+0,05vitE y AC+0,1 y 0,05vitCyE, estadísticamente similares entre sí y diferentes a AC+0,1vitC y al alimento concentrado (AC), también similares entre sí y con los menores valores de tasa de crecimiento.

**Tabla 2.** Valores promedio para las variables tasa de crecimiento, incremento de biomasa y sobrevivencia de las tilapias rojas suplementadas con vitaminas C y E.

Tratamientos	Variables		
	Tasa de crecimiento (%.d <sup>-1</sup> )	Incremento de biomasa (g)	Sobrevivencia (%)
Alimento concentrado (AC) <sup>1</sup>	0,23b	51,66b	58,33c
AC+0,1vitC <sup>2</sup>	0,25b	59,62ab	66,70b
AC+0,05vitE <sup>3</sup>	0,37a	69,00ab	66,74b
AC+0,1 y 0,05vitCyE <sup>4</sup>	0,38a	80,74a	100,00a

1- Alimento concentrado (AC); 2- AC+ 0,1 g.kg<sup>-1</sup> de vitamina C; 3- AC+ 0,05 g.kg<sup>-1</sup> de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg<sup>-1</sup> y 0,05 g.kg<sup>-1</sup> de las vitaminas C y E, respectivamente. En las columnas, medias seguidas con la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad.

Estos resultados indican que las concentraciones de vitaminas C y E utilizadas, influyeron sobre la tasa de crecimiento de las tilapias debido a que los mayores valores fueron obtenidos en los tratamientos AC+0,1 y 0,05vitCyE y AC+0,05vitE, respectivamente. La comparación de los resultados obtenidos de tasa de crecimiento en este estudio (0,23-0,38 %.dia<sup>-1</sup>) y los reportados por Castillo y Sánchez (2018), están dentro del rango registrado de 0,23%.dia<sup>-1</sup> a 2,7%/dia<sup>-1</sup>; así como también, coinciden con los expuestos por Hernández-Barraza *et al.* (2016), de 0,25 a 0,40 %g.dia<sup>-1</sup> y con los de 0,23%.dia<sup>-1</sup> a 0,35 %.dia<sup>-1</sup> mencionados por Nole y Herrera (2016); sin embargo, se encuentran por debajo de los señalados por Mena *et al.* (2002), para el híbrido (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) de 4,27 %.dia<sup>-1</sup> como porcentaje de masa ganada; de manera similar, con los indicados por Delgado-Vidal *et al.* (2009), en tilapia (*Oreochromis niloticus*) sometida a estrategia de alimentación compensatoria con harina de plátano de 5,76 %.dia<sup>-1</sup> a 2,64 %.dia<sup>-1</sup> para el tratamiento control o alimento balanceado. Posiblemente esas diferencias en tasa de crecimiento se atribuyan a las distintas condiciones del ensayo, al tipo de alimento suministrado y a la edad de los ejemplares que se comparan. Por otro lado, los valores de la tasa de crecimiento en este ensayo superan a los señalados por Salazar y Ascanio (2007), de 0,001 y 0,06 %.dia<sup>-1</sup> en alevines del tetrahíbrido de tilapia (*Oreochromis* spp.) y posiblemente atribuido al tamaño de los ejemplares, ellos utilizaron alevines y en este trabajo se emplearon peces con tallas de juveniles. Por su parte Rincón *et al.* (2012), señalaron que el crecimiento de los peces no se ve limitado por la naturaleza de los diferentes ingredientes constituyentes de cada una de las dietas experimentales. En este particular, Lucas (1996), mencionó que una vez que el pez alcanzó su

máxima talla, su tasa de crecimiento es nula y la energía que anteriormente era canalizada para crecimiento, es dirigida hacia la reconstrucción de tejidos dañados, renovación de estructuras corporales, así como también a la reproducción.

Delgado-Vidal *et al.* (2009), relatan que al alimentar tilapias (*Oreochromis niloticus*) con crecimiento compensatorio utilizando harina de plátano, mencionan valores de tasa de crecimiento que van desde 5,76 %.dia<sup>-1</sup> hasta -0,40 %.dia<sup>-1</sup> como las obtenidas para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE o solo con alimentación a base de harina de plátano producto de una evaluación realizada durante 8 semanas. Se puede señalar que aunque en este ensayo no se evaluó la tasa de crecimiento de forma continua, sino al final del experimento, los valores de este estudio están muy cerca del rango que se menciona en la investigación. Por lo tanto, a medida que transcurre el tiempo es posible que disminuya la tasa de crecimiento como sucedió también en el ensayo realizado por Castillo y Sánchez, (2018), lo cual puede estar asociado a la versatilidad que tiene esta especie para asimilar y transformar los nutrimentos.

### Incremento de biomasa

Se observó (Tabla 2) diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para el incremento de la biomasa. Sus valores promedio oscilaron entre 51,66 g y 80,74 g; correspondiendo el menor valor al tratamiento con alimento concentrado y el mayor valor al tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE (Tabla 2). Por la prueba de mínima diferencia significativa (MDS) a 5% de probabilidad, se detectó que el tratamiento donde se combinaron las vitaminas con el alimento concentrado presentó el mayor incremento de biomasa mientras que el tratamiento testigo (AC) mostró el menor valor de

esta variable. Los tratamientos con la adición aislada de cada una de las vitaminas: AC+0,1vitC y AC+0,05vitE), formaron un grupo intermedio que no difieren de los antes mencionados.

Por otra parte, Brandão *et al.* (2005) señala que el estrés es un factor que afecta el crecimiento debido a que se incrementan los niveles de glucosa en la sangre para compensar situaciones desfavorables en lugar de destinarse la energía al crecimiento. En este sentido, se considera el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE como el más efectivo para incrementar la biomasa en tilapias. Es pertinente señalar que los suplementos de vitaminas C y E, sobre los valores requeridos para el crecimiento, tienen efecto positivo, pero no actúan de forma sinérgica sobre los niveles mínimos requeridos en el desempeño del crecimiento y resistencia a enfermedades en tilapia (Kim *et al.* 2003).

Kim *et al.* (2003) emplearon concentraciones de vitaminas C y E combinadas con el propósito de evaluar el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) y su posible efecto sinérgico de la suplementación, hubo significativamente mayor ganancia de masa en las tilapias, como también mayor tasa de crecimiento, destacando además que no se apreció efecto sinérgico aún con la adición en exceso de vitaminas en las dietas. En este trabajo, las concentraciones utilizadas fueron menores a las empleadas por Kim *et al.* (2003), y no se encontró diferencia; es posible que al aumentar la concentración de las vitaminas se obtenga mayores valores de incremento de biomasa para la especie. Es de hacer notar que Barreto-Herrera (2010) evaluó concentraciones desde 750 hasta 1750 mg de vitamina C.kg<sup>-1</sup> de alimento sin combinación con otras vitaminas, las cuales no afectaron el crecimiento de tilapias (*Oreochromis* spp.).

### Sobrevivencia

La variable sobrevivencia (Tabla 2) presentó diferencias significativas para los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ), sus valores oscilaron entre 58,33 % y 100,00 %. La comparación de los valores promedios de los tratamientos por la prueba MDS a 5% de probabilidad se constató que el menor valor le correspondió al tratamiento testigo alimento concentrado (AC), siendo diferente al resto de los tratamientos y el mayor valor al tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE, adicionalmente los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,05vitE, son similares estadísticamente; además, que presentaron el mismo

valor de sobrevivencia de 66,5%, los hallazgos para esa variable indican que la inclusión de vitaminas en las dietas para tilapia, mejora la sobrevivencia. De acuerdo con Olabuenaga (2000) la combinación de la vitamina C con la E aumenta en los híbridos el sistema de defensa, la resistencia a soportar cambios ambientales y a las prácticas de manejo experimentales a las cuales son sometidos. Por otro lado, Corredor y Landines (2006) indicaron que la adición de vitaminas al alimento concentrado promueve aumento en el crecimiento, mejora la respuesta inmune, así como también el metabolismo de nutrimentos y la resistencia al estrés, al tiempo que mejora las características del producto final. Además, se puede señalar que las vitaminas C y E se encuentran entre los nutrimentos más importantes, e influyen de forma positiva en el sistema inmunológico de los peces (Montero *et al.* 1999).

Comparando los resultados obtenidos en este estudio, el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE con 100 % de sobrevivencia que representó cero (0) mortalidad, en relación a los mencionados por Marengoni (2006) para *O. niloticus* de 98,53; 99,06; 98,93 y 98,27 % cultivada a diferentes densidades de siembra, con los señalados por Hernández-Barraza (2016) de 85% en tilapia del Nilo; de 95% en tilapia con suplementación de vitamina E por Wu *et al.* (2017), y a los reportados por Castillo y Sánchez (2018) de 92% para tilapias alimentadas con dos tipos de concentrados (tilapia y camarones); se puede señalar que el promedio obtenido en este ensayo fue mayor a esos valores reportados, y se atribuye a la combinación de las vitaminas utilizadas.

De manera sostenida en esta investigación se constató que la adición de vitaminas C y E al alimento concentrado favoreció de forma significativa las variables cuantificadas, mostrando su pertinencia de uso en tecnología de manejo de juveniles de tilapia.

### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten señalar la particular importancia que posee de la vitamina C y E en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja, debido a que favorecen las condiciones de los peces mejorando así su desarrollo.

Las dietas basadas en alimento concentrado suplementadas con vitaminas C y E en las dosis de 0,1 y 0,05 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, presentaron los mejores hallazgos en las variables de crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapias rojas, cuantificadas en la



investigación realizada.

## V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, por el financiamiento parcial de esta investigación.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adel A.; Khara H. 2016. The effects of different dietary vitamin C and iron levels on the growth, hematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(2) 886- 897

Alvarado, E. 1995. Sustitución de la harina de pescado por harina de carne y hueso en alimentación para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Zootecnia Tropical*, 13(2):233-243

Abmann, S. 2009. Feeding behavior of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) according to feeds made of locally available agriculture by-products in Kenya, East Africa. Tesis de Maestría, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

Beveridge M., McAndrew B. 2001. Tilapias: biology and exploitations. Londres: Kluwer Academic Publishers Fish and Fisheries; 505p.

Barreto-Herrera, E. M. 2010. Efecto de la vitamina C sobre el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Brett, J.R. 1979. Environmental factors and growth. In *Fish Physiology*. Vol. VIII. Bioenergetics and Growth. (pp. 599- 675). New York, USA: Academic Press, Inc.

Campos-Granado, C. 2015. El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. *Nutrición Animal Tropical*, 9(1): 1-23.

Cantor F. (2007). Manual de Producción de Tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. pp 1-135.

Carbajal, J., De la Cruz, V. 2014. Efecto de la inclusión de harina de ensilado de *Psidium guajava* “guayaba” en

dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” en laboratorio. Universidad Nacional del Santa. Perú. 54 p.

Castillo, C.L.F. 2001. Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después. Cali, Valle, Colombia. ([www.todomaiz.com/acqua-pia/](http://www.todomaiz.com/acqua-pia/)). Revisado: 10 mayo 2016.

Castillo, W., Lombardi, C., Sánchez O. 2015. Vitamina C y mananoligosacaridos (MOS) en dietas de tilapia, *Oreochromis niloticus*, sobre el comportamiento productivo, parámetro hematológicos y salud intestinal, criadas a temperaturas inferiores al confort. *Pueblo cont.*, 26(1): 91-103

Castro-Rivera, R.; Paz, H. J., Aguilar-Benítez, G. 2004. Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, México. *Revista AquaTIC.*, 20:38-43.

Castillo, V., Sánchez, S. 2018. Efecto de dos dietas comerciales: alimento de tilapia vs alimento de camarones, sobre el crecimiento de tilapia *Oreochromis niloticus* en condiciones experimentales de invernadero. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León. Ingeniero acuícola. 60 p.

Corredor, A., Landines, M. 2009. Efecto del ácido ascórbico sobre la respuesta de los peces ante condiciones de estrés. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 56:53-66.

Chagas, E., Val, A. 2006. Ascorbic acid reduces the effects of hypoxia on the Amazon fish tambaqui. *Journal of Fish Biology*, 69(2):608-612.

Chen, Y. J., Yuan, R. M., Liu, Y. J., Yang, H. J., Liang, G. Y., Tian, L. X. (2015). Dietary vitamin C requirement and its effects on tissue antioxidant capacity of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 435, 431–436. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.013>

Cuaical, C., Vallejo, E., Franco, H., Sanguino, W. 2013. Efecto de la densidad de siembra y la adición de ácido ascórbico en el cultivo de *Osteoglossum bicirrhosum*. *Rev. MVZ Córdoba*, 18(3):3799-3806

- Delgado-Vidal, F. K., Gallardo-Collí, A., Cuevas-Pérez, L., García-Ulloa, M. 2009. Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(2): 55-70.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F.; Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echezuria-Alvarado, M. Á. 2010. Efecto de la vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol de acetato) sobre el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.
- El-Sayed, A.F., Kawanna, M., 2004. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. *Aquaculture*, 231:393-402.
- Fisher, G. 2008. Micronutrients, animal nutrition, and the link between the applications of micronutrients to crops and animal health. *Turk. J. Agric. For.*, 32: 221-233.
- Gao, J., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Mamauag, R. E. P. (2014). Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil. *Aquaculture*, 422, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.031>
- Gutiérrez-Espinosa, M., Velasco-Garzón, G.; León-Morales, C. 2019. Revisión: necesidades nutricionales de peces de la familia Pimelodidae en Sudamérica (Teleostei: Siluriformes). *Biol. Trop.*, 67(1): 146-163
- Han-Peng, L., Wen B., Zai-Zhong, Ch., Jian-Zhong, G., Ying, L., Yi-Ci, Z., Zi-Xuan, W.; Peng, Y. 2018. Effects of dietary vitamin C and vitamin E on the growth, antioxidant defense and digestive enzyme activities of juvenile discus fish (*Symphysodon haraldi*). *Aquaculture Nutrition*, 25:176–183.
- Hernández-Barraza, C. y Trejo-Martínez, A., Loredó-Osti, J., Gutiérrez-Salazar, G. 2016. Evaluación de la eficiencia productiva de tres líneas de tilapia con reversión sexual en un sistema de recirculación. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 44(4): 869-874.
- Ispir, U., Yonar, M.E., Oz, O.B. 2011. Effect of dietary vitamin E supplementation on the blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(3):566-569.
- Jover-Cerdá, M.; Pérez-Igualada, L.; Zaragoza, L. y Fernández-Carmona, J. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*, L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. *Archivos de Zootecnia*, 47(177):11-20.
- Kim, K. W.; Wang, X.; Choi, S. M.; Park, G. J.; Koo, J. W., Bai, S. C. 2003. No synergistic effects by the dietary supplementation of ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopheryl acetate and selenium on the growth performance and challenge test of *Edwardsiella tarda* in fingerling Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 34(12):1053-1058.
- Lara-Flores, M.; Escobar-Briones, L., Olvera-Novoa, M. A. 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. 314-315p.
- Lu, Y., Liang, P., Jin, M., Sun, P., Ma, N., Yuan, Y., Zhou, Q. 2016. Effects of dietary vitamin E on the growth performance, antioxidant status and innate immune response in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture*, 464:609–617.
- Lucas, A. 1996. *Bioenergetics of Aquatic Animals*. Taylor & Francis. 169p.
- Medina, 2018. Caracterización fisiológica y metabólica de la tilapia tetra híbrida Pargo UNAM a diferentes temperaturas y salinidades de aclimatación. Doctorado en Ciencias en Ciencias de la Vida con

orientación en Biotecnología Marina. México. 106p.

Mena-Herrera, A.; Sumano-López, H., Macías-Zamora, R. 2002. Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) x *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio. Veterinaria México, 33(1):39-48.

Marengoni, N.G. 2006. Produção de tilapia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. Archivos de Zootecnia, 55(210):127-138.

Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L., Ramos-Enríquez, R. 2009. Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 10:10.

Marroquí, E. 2018. Efecto de la inclusión de ingredientes no tradicionales en la alimentación de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) sobre parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea. Universidad de San Carlos de Guatemala. Medicina veterinaria. Guatemala. 61 p.

Misra, C. K.; Das, B. K.; Mukherjee, S. C., Pradhan, J. 2007. Effects of dietary vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings. Aquaculture Nutrition. 13(1):35-44. En: Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. 3-6 septiembre. (pp. 314-335). Cancún, Quintana Roo, México.

Montero, D.; Marrero, M.; Izquierdo, M. S.; Robaina, L.; Vergara, J. M., Tort, L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171(3-4):269-278.

Montoya, A. 2018. Caracterización fenotípica, genotípica y productiva de la tilapia en Antioquia, Colombia. Universidad de Antioquia Colombia. 164 p.

Morales, A. 1991. La tilapia en México. Biología, cultivo y Pesquería. A.G.T. México. 190 p.

Muret, J., Marie, C., Fitting, C., Payen, D., Cavailon, J, M. 2000: *Ex vivo* Lymphocyte derived cytokine, production in SIRS patients is influenced by experimental procedures. Shock, 13:169-174.

Musita, A., Owiti, D., Balirwa, J., Otieno, A. (2015). Peanut-based diets and growth performance of pond-cultured Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus* L.) at Busoga University farm, Eastern Uganda. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2(6): 306-312.

Ng, W. K., Romano, N. 2013. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. Rev. Aquacult., 4: 1-35.

Nole, J., Herrera, R. 2016. Evaluación del fotoperiodo en el crecimiento y parámetros productivos del cultivo de alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). Universidad Nacional del Callao. Perú 131 p.

Olabuenaga, S. E. 2000. Sistema inmune en peces. Gayana (Concepción). 64(2):205-215.

Peters, D. R. R., Morales, A. E. D., Morales, S., Nerva, M., Hernández, R. J. L. 2009. Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de Lemna obscura como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Revista Científica (FCV-LUZ), 19(3):303-310.

Pineda-Hernández, R. 1999. Elaboración y evaluación de dietas a partir de harinas de barrilete (*Euthynnus linneatus*) y rasposa (*Haemulon maculiconda*) como alimento de bagre (*Ictalurus punctatus*) en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, México.

Rincón, D.; Velásquez, H., Dávila, M., Semprun, A., Morales, E., Hernández, J. 2012. Substitution levels of fishmeal by Arthrospira (=Spirulina) maxima meal in experimental diets for red tilapia fingerlings (*Oreochromis*). Rev. Colomb. Cienc. Pecuarias, 25:430-437.

Salazar-Salazar, E. R., Ascanio-Rodríguez, A. Y. 2007. Sustitución de un alimento comercial por una mezcla elaborada a base de harina de pescado y dos

de leguminosas en dietas para alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Sánchez, M., Barroso, F., Manzano, F. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65:16-27.

Torres-Novoa, D., Hurtado-Nery, V. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Orinoquia*, 16(1): 63-68.

Verlhac, V., Gabaudan, J. 2007. The effect of vitamin C on fish Elath. Centre for Research in Animal Nutrition,

Society Chimique Roche, Saint-Louis Cedex, France. 36p.

Wu, F., Jiang, M., Wen, H., Liu, W., Tian, J., Yang, C. G., Huang, F. 2017. Dietary vitamin E effects on growth, fillet textural parameters, and antioxidant capacity of genetically improved farmed tilapia (GIFT), *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International*, 25:991-1003.

Zanon, R., Silva, T., Cerozi, B., Cyrino, J. 2018. Effects of graded levels of dietary vitamin E on striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture Research*, 49(4):1423-1429.