

Efecto de dietas suplementadas con vitaminas (C y E) en el desarrollo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*)

Adrianyela Noriega-Salazar¹, Deyanira Rivas-Salazar¹, Ramón Silva-Acuña² y Ernesto Hurtado³

¹ Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Venezuela. ² Postgrado de Agricultura Tropical, Universidad de Oriente, Venezuela. ³ Carrera de Medicina Veterinaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manuel Félix López, Ecuador

Email: ernesto.hurtado@esepam.edu.ec

Con el fin de evaluar el efecto del alimento concentrado con la inclusión de vitaminas C y E en el desarrollo y sobrevivencia de juveniles de tilapias. 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: T1- Alimento concentrado, T2- Alimento concentrado suplementado con vitamina E (0,05 g.kg⁻¹), T3- Alimento suplementado con vitamina C (0,1g.kg⁻¹) y T4- Alimento suplementado con las vitaminas C (0,1 g.kg⁻¹) y E (0,05g.kg⁻¹) y. Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, las variables cuantificadas fueron exploradas por análisis de varianza y comparadas por la prueba de Mínima Diferencia Significativa al 5% de probabilidad. Los resultados para las variables de talla (inicial, final y ganada) no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0,05$), mientras que si los hubo para la masa corporal (inicial, final y ganada) donde T4 con el alimento concentrado y adición de 0,1 y 0,05 g.kg⁻¹ de vit. C y E, mostró el mejor comportamiento; de manera similar, la tasa de crecimiento y la sobrevivencia resultaron favorecidas en T4 mostrando los mayores valores ($P < 0,05$). Se concluye que la adición combinadas de vitaminas C y E aumenta la masa corporal y proporciona el valor más elevado de sobrevivencia en las tilapias en condiciones de cautiverio.

Palabras clave: Crecimiento, peces, talla, masa, sobrevivencia, vitaminas.

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 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 *et al.*, 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.

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 nutrimentos deben ser adecuados, para evitar la aparición de deficiencias y todos los impactos negativos que esto conlleva (Fisher, 2008; Campos-Granados, 2015).

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 inmunológicos, 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 (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).

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 desarrollo y sobrevivencia de juveniles de tilapias rojas alimentados con concentrado y suplementos de vitaminas C y E.

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° 45' LN y 63° 11' 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⁻¹ 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⁻¹ (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⁻¹ = 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 α 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 0,001 g.

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:

$$\text{Tasa de crecimiento (TC)} = 100 [\ln (\text{masa final} \div \text{masa inicial}) \div \text{tiempo}] \quad (3)$$

El incremento de la biomasa (4) se determinó de acuerdo a la aplicación de la siguiente expresión:

$$\text{Incremento de biomasa (IB)} = \text{biomasa final} - \text{biomasa inicial} \quad (4)$$

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

$$\text{Sobrevivencia (S)} = (\text{número final de peces} \div \text{número inicial de peces}) \times 100 \quad (5)$$

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⁻¹ de vitamina C; Tratamiento 3- AC+0,05 g.kg⁻¹, de vitamina E y Tratamiento 4- AC+0,1 y 0,05 g.kg⁻¹ 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 variables 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).

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) ¹	12,84a	14,72a	1,12a	49,40b	55,37c	5,97b
AC+0,1vitC ²	14,85a	15,46a	0,85a	55,52a	61,60b	6,15b
AC+0,05vitE ³	14,60a	15,80a	1,20a	50,52b	59,74b	9,27a
AC+0,1 y 0,05vitCyE ⁴	14,51a	15,80a	1,29a	55,88a	66,57a	10,69a

1- Alimento concentrado, 2- Alimento concentrado + 0,1 g.kg⁻¹ de vitamina C; 3- Alimento concentrado + 0,05 g.kg⁻¹ de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ y 0,05 g.kg⁻¹ 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⁻¹ 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⁻¹ de vitamina E y AC+0,1 y 0,05g.kg⁻¹ 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 0,05vitC y E. 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 0,05vitC y E, presentó el valor de 1,29 cm, el cual superó numéricamente al tratamiento AC+0,05vit E, 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+0,1vit C, 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.

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 0,05 vitC y E (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+0,1vit C y AC+0,1 y 0,05vitC y E con los mayores pesos y diferentes de los demás y el segundo grupo formado por los tratamientos alimento concentrado y AC+0,05 vit E, 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 0,05 vitC y E; sin embargo, estadísticamente se puede señalar que el tratamiento AC+0,1 y 0,05 vitC y E, con 66,57 g presentó el mayor valor y difiere estadísticamente de los demás, seguido del grupo formado por los tratamientos AC+0,1vit C y AC+0,05vit E, 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+0,05vit E, con los mayores valores de 10,69 g y 9,27 g respectivamente, similares entre sí y distintos de los tratamientos AC+0,1vit C 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 en 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.

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 0,05vitC y E, estadísticamente similares entre sí y diferentes a AC+0,1 vit C 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 ⁻¹)	Incremento de biomasa (g)	Sobrevivencia (%)
Alimento concentrado (AC) ¹	0,23b	51,66b	58,33c
AC+0,1vitC ²	0,25b	59,62ab	66,70b
AC+0,05vitE ³	0,37a	69,00ab	66,74b
AC+0,1 y 0,05vitCyE ⁴	0,38a	80,74a	100,00a

1- Alimento concentrado (AC); 2- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ de vitamina C; 3- AC+ 0,05 g.kg⁻¹ de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ y 0,05 g.kg⁻¹ 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⁻¹) y los reportados por Castillo y Sánchez (2018), están dentro del rango registrado de 0,23% día⁻¹ a 2,7%/día⁻¹; así como también, coinciden con los expuestos por Hernández-Barraza *et al.* (2016), de 0,25 a 0,40 %g.dia⁻¹ y con los de 0,23% dia⁻¹ a 0,35 %.dia⁻¹ 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⁻¹ 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⁻¹ a 2,64 %.dia⁻¹ 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⁻¹ 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.

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 (Cuadro 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.

De acuerdo a los resultados se considera el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE como el más efectivo para incrementar la biomasa en tilapias. De allí es pertinente referir lo mencionado por Kim *et al.* (2003) quienes manifiestan 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

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.

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.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten señalar la particular importancia que posee el suministro de la vitamina C y E en el alimento concentrado (balanceado) durante el crecimiento de juveniles de tilapia roja, debido a que favorecen las condiciones de los peces mejorando su desarrollo, manteniendo la sobrevivencia de los mismos.

LITERATURA CITADA

- 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
- 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.
- 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/).
- 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.
- 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.
- 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 (2017). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echezuria-Alvarado, M. Á. (2010). Efecto de la vitamina E (α -tocoferol de acetato) sobre el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.
- 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.
- 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, α -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.
- 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.
- 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.
- Morales, A. (1991). La tilapia en México. Biología, cultivo y Pesquería. A.G.T. México. 190 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.