

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN**

**ACUICULTURA**



**Efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”, en laboratorio.**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores

Bach. Annethe Melissa Obando Robles

Bach. Alex Enrique Villavicencio Arellano

Asesor

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

Nuevo Chimbote (Perú), 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA**



**Efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de  
alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”, en  
laboratorio.**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO ACUICULTOR**

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

Asesor

Nuevo Chimbote (Perú), 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA**



**Efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de  
alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”, en  
laboratorio.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO  
ACUICULTOR**

**JURADO EVALUADOR**

---

Dr. Luis Campoverde Vigo

Presidente

---

M.SC. Rómulo Loayza Aguilar

Secretario

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

Integrante

Nuevo Chimbote (Perú), 2015

## DEDICATORIA

*A mis padres Cesar y Miriam, por el apoyo brindado con lo que fue posible terminar mis estudios superiores.*

*A las personas que más amo en la vida, mi hija Ariadna y a mi esposo Davy, que con su apoyo moral, espiritual, comprensión y constancia me permitió terminar la carrera universitaria y lograr afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.*

*A mi tía Nancy Robles Castillo por estar siempre pendiente de mis avances en mi carrera universitaria.*

*Y a mis amigas, Rocio Arce Almonacid y Isabel Purisaca Quispe por su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia sea una de las más especiales.*

**Annethe O.**

*A mi esposa Cinthya por estar siempre a mi lado en el cumplimiento de esta meta que tenemos juntos.*

*También se lo dedico a mis hijos quienes han sido mi mayor motivación para no rendirme y culminar mis estudios, para poder llegar a ser un ejemplo para ellos.*

*A mis padres, por brindarme su apoyo durante el tiempo de estudios, a mis amigos por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome y así lograr alcanzar mí meta.*

**Alex V.**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestra gratitud, principal siempre dirigida a Dios, por permitirnos llegar a este momento tan especial de nuestras vidas. Por los triunfos y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorarlo cada día más.

A nuestra casa de estudios UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA por darnos la oportunidad de formarnos profesionalmente.

A nuestro Asesor de Tesis, Dr. Guillermo Saldaña Rojas por su aporte, apoyo y consejos en la realización de esta tesis.

También a los profesores que durante toda nuestra carrera profesional han aportado con un granito de arena a nuestra formación, por sus consejos, sus enseñanzas y su amistad.

Y nuestro agradecimiento incondicional a nuestros amigos Darwin Vásquez Dávalos, Rocio Arce Almonacid, Isabel Purisaca Quispe y Edgar Obando Coral, por su amistad y apoyo en el transcurso de nuestra carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarnos que siempre podremos contar con ellos.

***Los Autores.***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de anexos.....	viii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. Introducción.....	1
Objetivos.....	4
Objetivos generales.....	4
Objetivos específicos.....	5
II. Materiales y métodos.....	6
2.1. Lugar del experimento.....	6
2.2. Población.....	6
2.3. Traslado y aclimatación.....	6
2.4. Profilaxis de los alevines.....	6
2.5. Muestra.....	7
2.6. Unidad de análisis.....	7
2.7. Método.....	8
2.7.1. Tipo de estudio.....	8
2.7.2. Diseño de investigación.....	8
2.8. Procedimiento.....	9
2.8.1. Acondicionamiento de las unidades de experimentación.....	9

2.8.2. Análisis físico y químico del agua.....	10
2.8.3. Análisis estadístico.....	11
III. Resultados.....	12
3.1. Peso promedio.....	12
3.2. Talla promedio.....	13
3.3. Ganancia en peso y talla .....	15
3.4. Supervivencia .....	15
3.5. Parámetros de calidad de agua.....	16
IV. Discusión.....	18
V. Conclusiones.....	22
VI. Recomendaciones.....	23
VII. Referencias bibliográficas.....	24
Anexos.....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>c</sub> (fotoperiodo natural), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> en laboratorio.....	<b>31</b>
<b>Anexo 2:</b> Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>1</sub> (12 L: 12 O), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> en laboratorio.....	<b>32</b>
<b>Anexo 3:</b> Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>2</sub> (18 L: 06 O), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> , en laboratorio.....	<b>33</b>
<b>Anexo 4:</b> Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>c</sub> (fotoperiodo natural), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> en laboratorio.....	<b>34</b>
<b>Anexo 5:</b> Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>1</sub> (12 L: 12 O), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> en laboratorio.....	<b>35</b>
<b>Anexo 6:</b> Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T <sub>2</sub> (18 L: 06 O), para el fotoperiodo de alevines de <i>O. niloticus</i> , en laboratorio.....	<b>36</b>
<b>Anexo 7:</b> Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para una muestra inicial (talla y peso).....	<b>37</b>
<b>Anexo 8:</b> Prueba anova entre tratamientos para peso final.....	<b>37</b>
<b>Anexo 9:</b> Prueba anova entre tratamientos para talla final.....	<b>37</b>
<b>Anexo 10:</b> Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de los organismos de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” en laboratorio.....	<b>38</b>



<b>Anexo 11:</b> Histogramas de frecuencias y curva normal de la longitud total (cm) de los organismos de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” en laboratorio.....	<b>39</b>
<b>Anexo 12:</b> Aclimatación de los alevines de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” después del transporte.....	<b>40</b>
<b>Anexo 13:</b> Traslado de alevines de la <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” al tanque para su aclimatación.....	<b>40</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Diseño de investigación con dos tratamientos experimentales (T <sub>1</sub> ), (T <sub>2</sub> ) y un grupo testigo (T <sub>c</sub> ) para evaluar el efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilótica”, sometidos a diferentes fotoperiodos.....	<b>8</b>
<b>Tabla 2:</b> Composición proteica del alimento comercial Puritilapia.....	<b>10</b>
<b>Tabla 3:</b> Prueba de Tukey para crecimiento en peso (g) de alevines de <i>O. niloticus</i> , de acuerdo a cada tratamiento (T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural; T <sub>1</sub> : 12L:12O y T <sub>2</sub> : 18L:06O).....	<b>12</b>
<b>Tabla 4:</b> Prueba de Tukey para crecimiento en talla (cm) de alevines de <i>O. niloticus</i> , de acuerdo a cada tratamiento. (T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural; T <sub>1</sub> : 12 L: 12 O y T <sub>2</sub> : 18 L: 06 O).....	<b>14</b>
<b>Tabla 5:</b> Prueba de Tukey para ganancia (peso, talla) de alevines de <i>O. niloticus</i> , de acuerdo a cada tratamiento. (T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural; T <sub>1</sub> : 12 L: 12 O y T <sub>2</sub> : 18 L: 06 O).....	<b>15</b>
<b>Tabla 6:</b> Porcentaje de supervivencia en alevines <i>O. niloticus</i> durante el fotoperiodo (120 días).....	<b>16</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1:</b> Relación de crecimiento en pesos (g) de acuerdo a los promedios por cada tratamiento (T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural; T <sub>1</sub> : 12L:12 O y T <sub>2</sub> : 18L:06 O).....	<b>13</b>
<b>Fig. 2:</b> Relación de crecimiento en tallas (cm.) de acuerdo a los promedios por cada tratamiento. (T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural; T <sub>1</sub> : 12L: 12O y T <sub>2</sub> : 18L: 06O).....	<b>14</b>
<b>Fig. 3:</b> Variación de temperatura (°C.) del agua de los alevines de <i>O. niloticus</i> , por días según tratamientos.....	<b>17</b>
<b>Fig. 4:</b> Variación del oxígeno (mg/L) del agua de los alevines de <i>O. niloticus</i> , por días según tratamientos.....	<b>17</b>

## RESUMEN

Se evaluó el efecto del fotoperiodo en el crecimiento (peso y longitud) y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, en laboratorio. El trabajo se realizó en el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Universidad Nacional del Santa. Para el trabajo se consideró dos tratamientos experimentales de fotoperiodos (12 horas luz: 12 horas oscuridad y 18 horas luz: 06 horas oscuridad) y un control (fotoperiodo natural). Para el fotoperiodo se cubrió con plástico negro de 250 micras, la luz estuvo controlada manualmente mediante interruptores, las unidades experimentales estuvieron formadas por 9 acuarios con una densidad de 15 alevines/ 80 litros con peso y talla inicial de  $1,55 \pm 0,067$  g,  $2,09 \pm 0,021$  cm, respectivamente, los mismos que fueron alimentados con balanceado de 40% de proteína bruta, tres veces al día. El experimento tuvo una duración de 120 días, al término de este periodo se encontró mayor crecimiento en el tratamiento con fotoperiodo 18 hrs. luz: 06 hrs. oscuridad, reportando una ganancia en peso y longitud de  $6,43 \pm 0,09$  g,  $6,31 \pm 0,10$  cm, respectivamente, y supervivencia del 100%, mostrando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Por lo cual se concluye que a exposiciones de fotoperiodos largos influye de forma positiva en crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”

**Palabras Claves:** Fotoperiodo, crecimiento, supervivencia, tratamiento, *Oreochromis niloticus*.

## ABSTRACT

The present study had as objective to evaluate the effect of photoperiod on growth (weight and length) and survival of *Oreochromis niloticus* young fish "tilapia nilotica" in laboratory conditions. The work was done at the Laboratory of Continental Aquaculture and Nutrition of the National University of Santa. For the research work two experimental photoperiod treatments were considered (12 hours light: 12 hours darkness and 18 hours light: 06 hours darkness) and a control (natural light). For the photoperiod was covered with black plastic to 250 microns, the light was controlled manually by switches, the experimental units were composed of nine aquariums with a density of 15 young fish/ 80 liters with initial weight and size of  $1,55 \pm 0,067$  g,  $2,09 \pm 0,21$  cm, respectively, the same ones that were fed with balanced 40% crude protein, three times a day. The experiment lasted 120 days, after this period it was found the greatest growth in the treatment with 18 hrs. Light photoperiod: 06 hrs. darkness, reporting a gain in weight and length of  $6,43 \pm 0,09$  g,  $6,31 \pm 0,10$  cm respectively, and 100% survival, showing significant differences ( $p < 0.05$ ) between treatments. Therefore we conclude that long photoperiod exhibits influence positively on the growth and survival of *Oreochromis niloticus* young fish "tilapia nilotica"

**Keywords:** Photoperiod, growth, survival, treatment, *Oreochromis niloticus*.

## I. INTRODUCCION

La iluminación en todo ecosistema está formado por la intensidad luminosa (cantidad de luz), el espectro luminoso (longitud de onda) y el fotoperiodo (periodicidad). La luz (intensidad, espectro y fotoperiodo) es un parámetro extremadamente versátil que varía de forma muy rápida dentro de un amplio rango, afectando al crecimiento de los peces (Boeuf y Le Bail, 1999). El concepto de fotoperiodo es remarcado por Bromage *et al.* (2001), al señalar que este corresponde a una variedad de estímulos ambientales (temperatura, luz, humedad, etc.) que se asocian con la longitud de tiempo de luz a lo largo del día, variando con las estaciones y el clima.

El fotoperiodo como componente de la iluminación, es un factor estimulante del crecimiento, supervivencia y madurez sexual de los animales, y está directamente relacionado con el tiempo de su exposición, favoreciendo al desarrollo de la producción de las especies en cultivo. (Ramos *et al.*, 2002, Watanabe *et al.*, 2006, Vera *et al.*, 2010) dichos autores así mismo señalan, la importancia del desarrollo de nuevas tecnologías y protocolos de iluminación avanzados, que tengan en consideración los requerimientos específicos de cada especie y el ciclo vital sea como larva, juvenil o adulto.

García-López *et al.* (2009) señalan que el empleo de condiciones inadecuadas de fotoperiodo durante el desarrollo temprano, ha tenido un impacto negativo sobre la explotación comercial de algunas especies como salmón, lubina ó lenguado. Asimismo Sánchez *et al.* (2009) sugieren que el uso inadecuado del

fotoperiodo puede comprometer seriamente la funcionalidad reproductiva de peces, así como afectar su bienestar.

El fotoperiodo también ayuda en la estrategia de alimentación y como estímulo de otras actividades metabólicas en varias especies de peces (Reynalte-Tataje, 2002). Existen experiencias tomando al fotoperiodo como factor condicionante de varios parámetros, como la tasa de consumo de alimento en algunos peces, dado a que es influenciada por la intensidad de luz a la que los individuos se exponen y dependiendo el éxito en la captura de la presa y el esfuerzo físico que se ejerce el pez sobre esta (Wong & Benzie, 2003; Sheng *et al.*, 2006).

Tradicionalmente los acuicultores han tenido presente que la cantidad de alimento y su composición adecuada, son puntos clave para asegurar a los peces un estado físico y nutricional óptimo, sin embargo no se debe descuidar el momento del día, en el que se proporciona el alimento (Madrid *et al.*, 2001). Los peces no se alimentan por igual a cualquier hora del día; cuando se les ofrece la oportunidad de elegir su propio horario de comida; los peces suelen usar diferentes horas día o noche, según su cronotipo diurno/nocturno Vera *et al.* (2010).

El estímulo visual y la duración del fotoperiodo de luz diario, es el factor que determina la conducta de los peces y regula los ritmos de vida de los organismos acuáticos (Ortega-Cerrilla *et al.*, 2006 y Viso, 2013). En este sentido, es muy importante determinar cómo los cambios en el fotoperiodo afectan al

comportamiento de los peces teleósteos, especialmente en ambientes que se encuentran bajo la luz artificial, conforme lo anota Herrero-Ramón, (2007).

En general, podemos afirmar que los animales no se alimentan durante las 24 horas del día, si no que seleccionan para alimentarse un periodo de iluminación, el día o la noche, pudiendo clasificarse de genérica como animales diurnos y nocturnos, entre los que podemos encontrar diurnos como *Oreochromis niloticus*, nocturnos y crepusculares (Thorpe,1978).

Según Stefansson *et al.* (2002) la influencia del fotoperiodo en larvas o juveniles de *Scophthalmus maximus* no siempre ha sido reportada como positiva para el crecimiento, demostrando que en periodos largos 24 luz actúan como irritantes. Biswas & Takeuchi (2003) dividieron un ciclo de 24 horas, en dos periodos cortos de 12 horas cada uno y utilizaron 6 horas de luz y 6 horas de oscuridad (06:06); obteniendo mayores crecimientos de *Oreochromis niloticus*, relacionados al incremento de consumos de alimento y eficiencia de conversión alimenticia en el tratamiento de 06:06 horas de luz y horas de oscuridad respectivamente.

En pez gato *Clarias gariepinus*, Appelbaum & Kamler (2000), Almazán-Rueda *et al.* (2005) y Mustapha *et al.* (2012), reportan que la constante presencia de luz (24 L: 00 O) en estadios tempranos de éste pez genera estrés fisiológico, disminuyendo su crecimiento y aumentando la agresividad de los ejemplares hasta llegar al canibalismo, lo que en definitiva influye negativamente en la supervivencia. El cultivo en periodos continuos de oscuridad (00 L: 24 O) disminuyó el estrés por agresión, redujo el gasto de energía por locomoción y



generó mayor eficiencia de conversión alimenticia, lo cual aumentó tanto el crecimiento como la supervivencia.

Santos *et al.* (2008) al estudiar la respuesta a los fotoperiodos señalan que está relacionada con la edad de los peces, las post-larvas de tilapia chitralada son sensibles a fotoperiodos largos, especialmente en términos de supervivencia, observando agitación constante por parte de las mismas en los grupos 24 L: 00 O, esto se vio reflejado con la mortalidad de 89% después del 15º día del experimento, como resultado del estrés causado. En alevines fotoperiodos largos promueven mayor crecimiento encontrándose la mayor tasa de crecimiento en peso y talla en el tratamiento 18 horas luz.

Al no reportarse trabajos que se hayan realizado referente al efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, se planteó el siguiente problema de investigación ¿cuál es el efecto del fotoperiodo 12 L: 12 O y 18 L: 6 O en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*, en laboratorio?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, en condiciones de laboratorio.

### **Objetivos Específicos**

Determinar la influencia del fotoperiodo en el crecimiento en peso y longitud de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” sometidos a fotoperiodos de 12 L: 12 O y 18 L: 06 O horas luz, en condiciones de laboratorio.

Determinar la influencia del fotoperiodo en la supervivencia de los alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” con respecto al fotoperiodo de 12 L: 12 O y 18 L: 06 O horas luz, en condiciones de laboratorio.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de experimento.

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de los Organismos Acuáticos de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, teniendo una duración de 120 días.

### 2.2. Población.

La población estuvo compuesta por alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, adquiridos del Instituto Tecnológico Rio Santa, ubicado en el distrito de Santa, Provincia del Santa. Región Ancash (Perú).

### 2.3. Traslado y aclimatación

Los alevines fueron transportados en bolsas plásticas conteniendo 50 litros de agua agregándole oxígeno, los peces fueron colocados en baldes plásticos para su transporte fue calculado en 120 minutos de traslado. La aclimatación de los alevines tuvo una duración de 15 días en un tanque circular con una capacidad de 95 litros de agua y con las condiciones adecuadas de oxígeno y temperatura.

### 2.4. Profilaxis de los alevines.

Los peces fueron tratados profilácticamente en un tanque circular de una capacidad de 50 litros, agregando 1ml de formol con una concentración del 20% usando 3 ml por litro de agua, esta solución fue aireada por 5 minutos

antes de colocar a los alevines, esto se realizó una vez al día (10 min), por tres días consecutivos, después los peces fueron acondicionados y distribuidos en los acuarios experimentales, acorde con el protocolo expuesto por Kubitza, (2009).

## **2.5. Muestra.**

Se utilizaron 135 alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” de  $1,55 \pm 0,067$  g de peso promedio y  $2,09 \pm 0,021$  cm de talla promedio, los que fueron seleccionados aleatoriamente de un lote de 250 alevines transportados al Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa. El peso se midió en una balanza ADAN con sensibilidad de 0,01 g. y en longitud en papel milimetrado.

Para establecer la normalidad de la muestra, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov ( $\alpha=0,05$ ) a los datos de peso y talla, encontrándose que son homogéneos y se ajustan a la normal (Anexos 7, hallando media para peso, talla y una desviación típica como datos descriptivos), de acuerdo con Zar, 1974.

## **2.6. Unidad de análisis.**

Cada unidad de análisis consto de 15 alevines de *O. niloticus*, dispuestos en acuarios de 80 litros de capacidad, haciendo una densidad equivalente a 1 alevín por  $5,3$  de agua<sup>-1</sup>.

## 2.7. Método.

### 2.7.1. Tipo de estudio.

Por los fines de correspondió a una investigación experimental y por su diseño fue explicativa.

### 2.7.2. Diseño de investigación.

Se empleó el diseño completamente al azar (Steel & Torrie, 1988), con dos tratamientos, un grupo control y con tres repeticiones cada uno.

**Tabla 1:** Diseño de investigación con dos tratamientos experimentales (T<sub>1</sub>), (T<sub>2</sub>) y un grupo testigo (T<sub>c</sub>) para evaluar el efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, sometidos a diferentes fotoperiodos.

Tratamientos	Repeticiones	Especificaciones
T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural	3	Alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilótica” expuestos a fotoperiodo natural.
T <sub>1</sub> : 20:00 - 08:00 L, 08:00 – 20:00 O	3	Alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilótica” expuestos a fotoperiodo de 12 L: 12 O
T <sub>2</sub> : 08:00 - 14:00 L, 14:00 - 08:00 O	3	Alevines de <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilótica” expuestos a fotoperiodo de 18 L: 06 O

L: luz, O: oscuridad

## **2.8. Procedimiento.**

### **2.8.1. Acondicionamiento de las unidades de experimentación**

Las unidades experimentales estuvieron compuestas por (dos tratamientos) y un grupo testigo con tres repeticiones cada uno. Se usaron acuarios de vidrio de 60x40x50 cm. con capacidad útil de 80 litros cada uno, los que fueron lavados y desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 5% en la parte interna y externa, dejándose actuar por 5 minutos, enjuagados con abundante agua y dejando secar al ambiente, para controlar el fotoperiodo cada uno de los acuarios fueron forrados totalmente con plástico negro de 250 micras y llenados a capacidad útil. Se instalaron mangueras de 0,5 cm de diámetro con sus respectivas llaves y piedras difusoras las que permitieron airear el agua en forma continua.

Para controlar el fotoperiodo de cada acuario se instaló en la parte superior un sistema eléctrico el que estuvo controlado manualmente en el encendido y apagado de la luz, cada tratamiento tuvo las horas de ( $T_1 = 20:00 - 08:00$  L,  $08:00 - 20:00$  O y  $T_2 = 08:00 - 14:00$  L,  $14:00 - 08:00$  O), y cada uno estuvo equipado por foco ahorrador de 20 watts marca OSRAM y un interruptor.

Para registrar los datos de peso y talla de cada muestreo, se utilizó una balanza marca ADAM (AAA 160L) con una sensibilidad de 0,01g., y papel milimetrado, respectivamente; el registro de la mortalidad fue observado durante el periodo de muestreo.

Los alevines de *O. niloticus*, fueron alimentados con una ración del 8% de acuerdo a su biomasa. La ración fue distribuida tres veces al día (09:00, 13:00 y 17:00 horas), el alimento fue pesado en la balanza ADAM (AAA 160L) con una sensibilidad de 0,01g. El pellet empleado en la ejecución del proyecto fue de 0,5 - 1,5 mm de diámetro de procedencia comercial Puritilapia 40% de proteína (tabla 2). Las heces y resto de alimentos fueron sifoneados del fondo de cada acuario con ayuda de una manguera de 2,0 cm de diámetro, antes de cada suministro de alimento.

El recambio del agua fue del 50% cada dos días, utilizándose una manguera de 2,0 cm., durante los 120 días.

**Tabla 2:** Composición proteica del alimento comercial Puritilapia.

	Proteína (%min)	Grasa (%min)	Fibra (%máx.)	Humedad (%máx.)	Ceniza (%máx.)
inicio 1	40	8	5	14	10

Fuente: nutrimentos Purina

### 2.8.2. Análisis físico y químico del agua.

Para cada acuario, se registraron los parámetros temperatura y oxígeno disuelto, la temperatura se midió diariamente a las 18:00 horas mediante un termómetro digital ( $\pm 0,1$  °C), y cada tres días se registró el oxígeno disuelto con un oxímetro digital ISY 55 ( $\pm 0,01$  mg l<sup>-1</sup>).

### **2.8.3. Análisis estadístico.**

Para el coeficiente del fotoperiodo en crecimiento peso (mg), longitud (cm) y supervivencia final (%), se utilizó ANOVA para probar las diferencias significativas entre tratamientos y posteriormente se utilizó la prueba de Tukey para comparación de medias; todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando SPSS vs 21 para Windows 8.



### III.RESULTADOS

#### 3.1. Peso promedio.

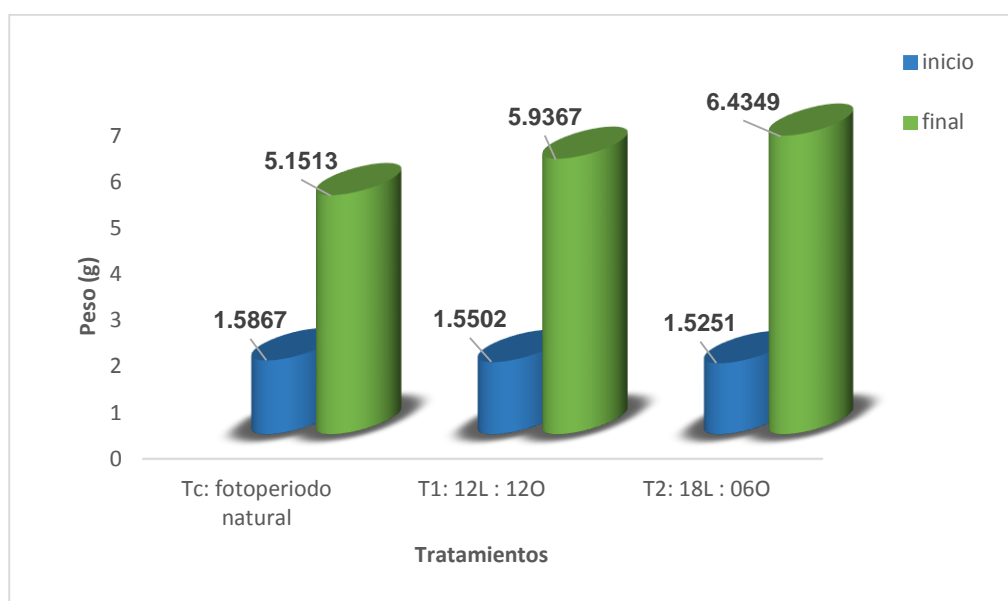
Los alevines de *O. niloticus* que fueron expuestos al fotoperiodo tuvieron un peso promedio entre 1,52 a 1,58 g ( $p>0,05$ ) finalizando los 120 días de experimentación los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos y el grupo control (tabla 3).

Al final del estudio y aplicando la prueba de Tukey, se encuentra los mejores resultados para la variable peso promedio fueron obtenidos en el T<sub>2</sub> (18 L: 06 O) con  $6,4349 \pm 0,09882^c$  g.

**Tabla 3:** Crecimiento en peso promedio (g) de alevines de *O. niloticus*, sometidos a diferentes fotoperiodos (T<sub>c</sub>: fotoperiodo natural; T<sub>1</sub>: 12L: 12O y T<sub>2</sub>: 18L: 06O).

Tratamientos	Peso promedio (g)	
	Inicial	Final
T <sub>c</sub> : fotoperiodo natural	$1,5867 \pm 0,01350^a$	$5,1513 \pm 0,07433^a$
T <sub>1</sub> : 12L : 12O	$1,5502 \pm 0,02120^a$	$5,9367 \pm 0,04653^b$
T <sub>2</sub> : 18L : 06O	$1,5251 \pm 0,00101^a$	$6,4349 \pm 0,09882^c$

Los valores con letras diferentes estadísticamente para  $p<0,05$  según prueba de TUKEY.  
L: Periodo de luz. O: Periodo de oscuridad.



**Fig. 1:** Crecimiento en peso promedio (g) de alevines de *O. niloticus*, sometidos a diferentes fotoperiodos (Tc: fotoperiodo natural; T<sub>1</sub>: 12L: 12O y T<sub>2</sub>: 18L: 06O).

Los tratamientos presentan crecimiento en peso promedio en forma ascendente a las horas luz.

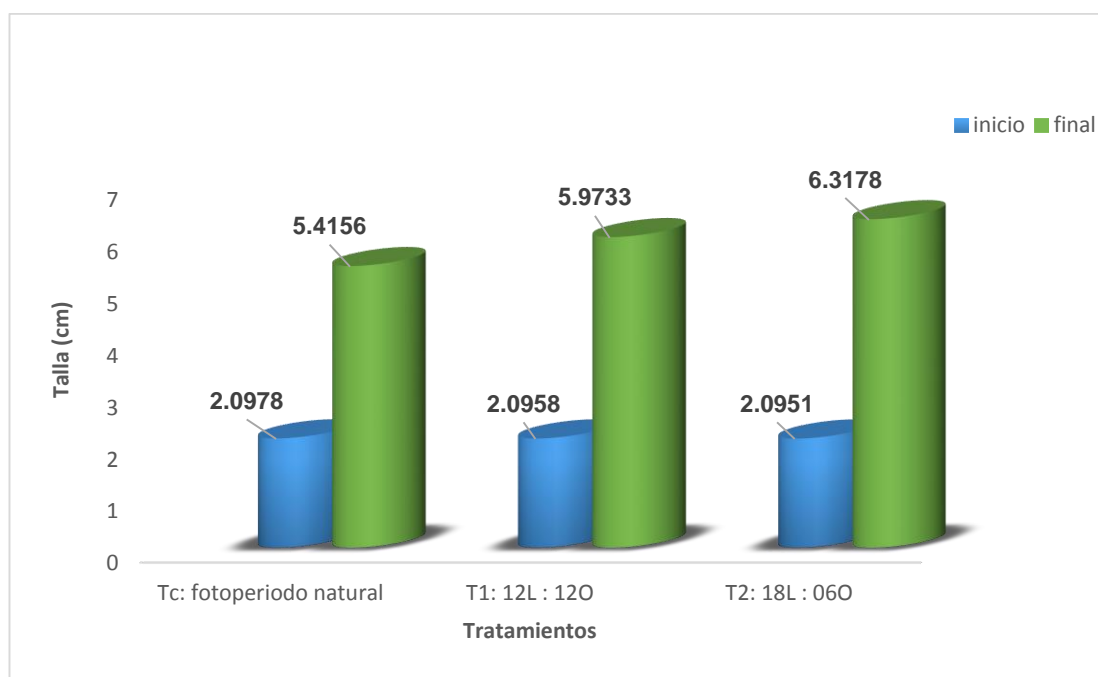
### 3.2. Talla promedio.

Al procesar los datos a través de la prueba de Tukey respecto de la talla promedio entre 2,095 a 2,097 cm ( $p > 0,05$ ) finalizando los 120 días de experimentación los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos y el grupo control (tabla 4) confirmándose que el mejor resultado, se obtuvo con el tratamiento T<sub>2</sub>: (18 L: 06 O).

**Tabla 4:** Crecimiento en talla promedio (cm) de alevines de *O. niloticus*, sometidos a diferentes fotoperiodos (T<sub>c</sub>: fotoperiodo natural; T<sub>1</sub>: 12L: 12O y T<sub>2</sub>: 18L: 06O).

Tratamientos	Talla (cm)	
	Inicial	Final
<b>T<sub>c</sub>: Fotoperiodo natural</b>	2,0978 ± 0,00618 <sup>a</sup>	5,4156 ± 0,05385 <sup>a</sup>
<b>T<sub>1</sub>: 12L : 12O</b>	2,0958 ± 0,00565 <sup>a</sup>	5,9733 ± 0,04163 <sup>b</sup>
<b>T<sub>2</sub>: 18L : 06O</b>	2,0951 ± 0,01011 <sup>a</sup>	6,3178 ± 0,10630 <sup>c</sup>

Los valores con letras diferentes estadísticamente para p<0,05 según prueba de TUKEY.  
L: Periodo de luz. O: Periodo de oscuridad.



**Fig. 2:** Crecimiento en tallas promedio (cm) de alevines de *O. niloticus*, sometidos a diferentes fotoperiodos (T<sub>c</sub>: fotoperiodo natural; T<sub>1</sub>: 12L: 12O y T<sub>2</sub>: 18L: 06O).

Los tratamientos presentan crecimiento en talla promedio en forma ascendente a las horas luz.

### 3.3. Ganancia de peso y talla.

Los valores para el crecimiento tanto para peso y talla, demuestran que el  $T_2 > T_1 > T_c$  ( $T_2$ : 18 L: 06 O;  $T_1$ : 12 L: 12 O y  $T_c$ : Luz natural), presentando diferencia estadística en relación a los tratamiento, obteniendo así los mejores resultados.

Al final del estudio y aplicando la prueba de Tukey se encuentran los mejores resultados para la variable ganancia peso y talla fueron obtenidos en el tratamiento  $T_2$  (18 L: 06 O)  $3,5667 \pm 0,08505^a$  g y  $3,3000 \pm 0,03000^a$  cm, tabla 5.

**Tabla 5:** Prueba de Tukey para ganancia (peso, talla) de alevines de *O. niloticus*, de acuerdo a cada tratamiento ( $T_c$ : Luz natural;  $T_1$ : 12 L: 12 O y  $T_2$ : 18 L: 06 O).

Tratamiento	Ganancia peso (g)	Ganancia talla (cm)
<b>Tc: fotoperiodo natural</b>	$3,5667 \pm 0,08505^a$	$3,3000 \pm 0,03000^a$
<b>T<sub>1</sub>: 12L : 12O</b>	$4,3867 \pm 0,06807^b$	$3,8767 \pm 0,04726^b$
<b>T<sub>2</sub>: 18L : 06O</b>	$4,9067 \pm 0,09866^c$	$4,2233 \pm 0,10970^c$

Los valores con letras diferentes estadísticamente para  $p < 0,05$  según prueba de TUKEY.  
L: Periodo de luz. O: Periodo de oscuridad

### 3.4. Supervivencia

Al finalizar el experimento y analizar la supervivencia se pudo establecer el porcentaje en alevines de *O. niloticus* durante los 120 días, no presento diferencia significativa entre tratamientos, encontrando un 100% de supervivencia, demostrado en la tabla 6.

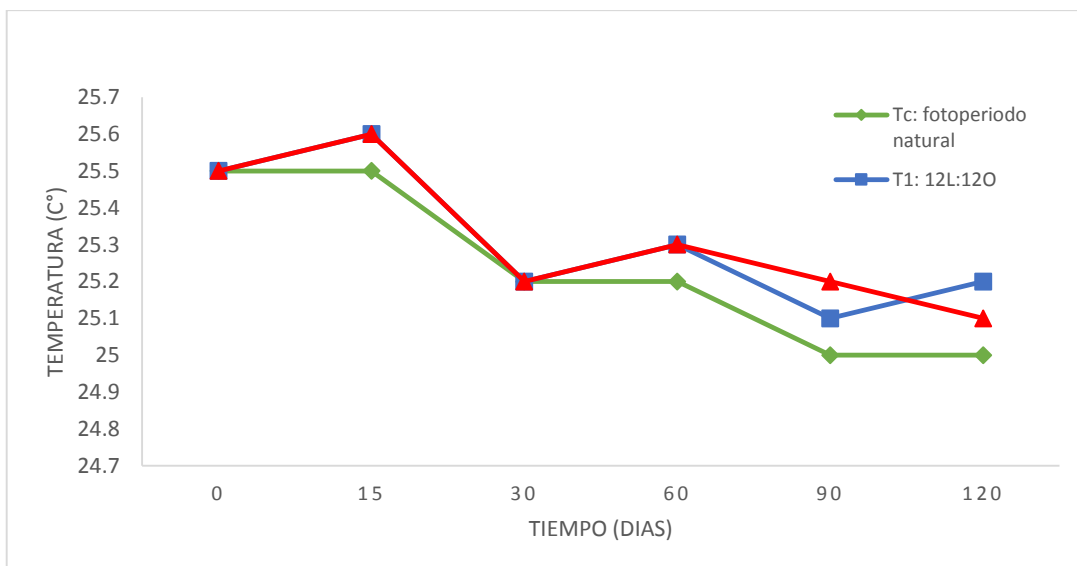
**Tabla 6:** Porcentaje de supervivencia en alevines *O. niloticus* durante el fotoperiodo (120 días).

Tratamientos	Vivos		Muertos		Total	
	N	Porcentaje (%)	N	Porcentaje (%)	N	Porcentaje (%)
<b>Tc: fotoperiodo natural</b>	15	100.00	0	0	15	100.00
<b>T1: 12 L: 12 O</b>	15	100.00	0	0	15	100.00
<b>T2: 18 L: 06 O</b>	15	100.00	0	0	15	100.00

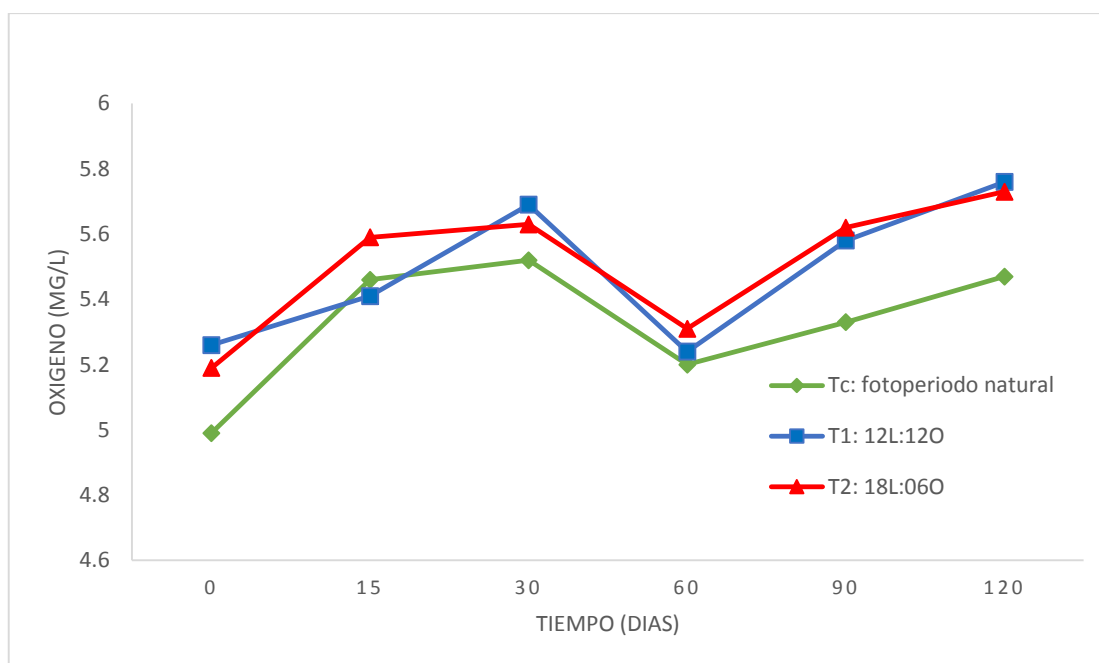
Los valores con letras diferentes estadísticamente para  $p < 0,05$  según prueba de TUKEY.  
L: Periodo de luz. O: Periodo de oscuridad

### 3.5. Parámetros de calidad del agua.

Los resultados de la medición de temperatura muestran que no existió diferencia significativa entre tratamientos manteniéndose constante entre los rangos óptimos para el crecimiento.



**Fig. 3:** Variación de temperatura (°C.) del agua de los alevines de *O. niloticus*, por días según tratamientos.



**Fig. 4:** Variación del oxígeno (mg/L) del agua de los alevines de *O. niloticus*, por días según tratamientos.

La medición de temperatura y oxígeno del agua para los fotoperiodos, no presenta diferencia significativa encontrando óptimos para la calidad del agua.

#### IV. DISCUSION

Los resultados encontrados para el crecimiento en peso y talla para los fotoperiodos utilizados de 18 L: 06 O, 12 L: 12 O y fotoperiodo natural, fueron mayores ( $p>0,05$ ) para el tratamiento con 18 L: 06 O periodicidad de luz. Esto puede correlacionarse con lo afirmado por Bromage *et al.* (2001), quienes señalan que el fotoperiodo puede condicionar a los seres vivos, en su capacidad de visualización del alimento, el uso de la energía derivada de esta alimentación e incluso en el comportamiento social de los peces en cultivo, lo que influye tanto en el crecimiento. Vera *et al.* (2010) enfoca que los peces no se alimentan por igual a cualquier hora del día y que cuando se les ofrece la oportunidad de elegir su propio horario de comida; suelen usar diferentes horas del día.

Si un animal tiene condiciones adecuadas en su medio para alimentarse, existen las probabilidades que el mejor consumo de alimento influya en su crecimiento. Saunders *et al.* (1989) confirman que el fotoperiodo puede influir tanto en la cantidad de alimento ingerido, como en la duración del periodo de alimentación.

En general, podemos afirmar que los animales no se alimentan durante las 24 horas del día, si no que seleccionan un periodo de iluminación, pudiendo clasificarse como diurnos y nocturnos. *O. niloticus* es caracterizados por ser una especie con fase media de alimentación diurna (Toguyeni *et al.*, 1997), por ello asumimos que los fotoperiodos de mayor fotoperiodos son beneficiosos para esta especie y de acuerdo con Reynalte-Tataje, (2002)

quienes refieren que el fotoperiodo ayuda en las estrategias de alimentación y actúa como estímulo de otras actividades metabólicas en los seres vivos, el uso de la energía derivada de la alimentación e incluso influye en el desarrollo y la supervivencia.

Es necesario anotar que el pobre desempeño de los alevines de tilapia del Nilo en altos periodos de oscuridad como 00 L: 24 O se relaciona con la falta de ritmicidad de alimento, debido a la falta de luz y un control eficaz de la glándula pineal, a que se rige solo al atractivo por el olor de los alimentos (Bromage *et al.*, 2001 y Biswas & Takeuchi 2003), que a fotoperiodos cortos existe solo una atracción del alimento por el olor y no por el campo visual del pez.

Respecto a logros similares, en trabajos realizados con fotoperiodos de 16 L: 08 O y 24 L: 00 O, han demostrado un efecto positivo en el crecimiento de larvas de algunas peces como *Oncorhynchus mykiss* "trucha", *Lates calcarifer* "barramundi", *Sparus aurata* "dorada", debido al aumento de la actividad y a una mejor visualización del alimento en los peces (Puvanendran & Brown, 2002; Ginés *et al.*, 2004; Biswas *et al.*, 2005). Concordantes con nuestros resultados donde el mejor fotoperiodo es el T<sub>2</sub> = 18 L: 06 O.

Otros trabajos que corroboran nuestros resultados son los obtenidos por El-Sayed & Kawanna (2004) quienes logran mayores crecimientos en alevines de *O. niloticus* expuestos a 18 L: 06 O pero con elevadas mortalidades. Las respuestas a fotoperiodos según lo señalan Sigholt *et al.* (1995) y Pezzato,



(1996) pueden estar relacionadas también a la edad de los peces. En estudios aplicados a la supervivencia de alevines de tilapia chitralada y salmón del Atlántico *Salmo salar*, en las primeras etapas de su vida, las post-larvas son más sensibles a los diferentes fotoperiodos, principalmente en la supervivencia de organismos expuestos a 24 L: 00 O, observando una mortalidad de 89%, probablemente a consecuencias de estrés ocasionado por el exceso de luz. En nuestros resultados obtuvimos una supervivencia del 100%, por lo tanto trabajos con alevines de *O. niloticus*.

A partir del día 60 ya se observa diferencias significativas en los crecimientos en peso y talla entre tratamientos expuestos en  $T_1 = (12 \text{ L: } 12 \text{ O})$  y  $T_2 = (18 \text{ L: } 06 \text{ O})$  Fig. 1 y 2. Resultados similares son reportados por Rad *et al.* (2006) quienes demuestran que a fotoperiodos largos con alevines de *O Niloticus* (24, 20 y 18 horas de luz) son evidentes la diferencias significativas a partir del día 84 de experimento.

En cuanto a los principales parámetros de calidad del agua obtenidos como temperatura ( $25,32 \pm 0,08 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y oxígeno ( $5,51 \pm 0,01 \text{ ppm}$ ), no presentan diferencia significativa entre tratamientos, pero si son importantes directamente repercutiendo así en el crecimiento y supervivencia de los alevines *O. niloticus*, lo cual es confirmado por Saavedra (2006) quien hace hincapié que el rango de temperatura y oxígeno para un óptimo crecimiento oscila de 25 a 30  $^\circ\text{C}$  y 4 a 5 ppm (oxígeno).

En nuestra experiencia los mejores resultados de crecimiento en peso y talla obtenidos en alevines de *O. niloticus* con fotoperiodo de 18 L: 06 O nos permite recordar el uso de este sistema de producción. El fotoperiodo es importante pudiendo afirmar que a exposiciones de *O. niloticus* a fotoperiodos largos favorecen su crecimiento y supervivencia.

## V. CONCLUSIONES

- ✚ El crecimiento en peso y talla de alevines *O niloticus* presentó mejores resultados ( $p>0,05$ ) en el fotoperiodo de 18 L: 06 O, respecto a los fotoperiodos 12 L: 12 O y fotoperiodo natural.
- ✚ La supervivencia de los alevines de *O niloticus* fue del 100% no siendo afectada por el fotoperiodo de 18 L: 06 O, 12 L: 12 O y fotoperiodo natural.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✚ Implementar herramientas para acelerar u optimizar el crecimiento mediante los fotoperiodos largos en la etapa de engorde de *O Niloticus*.
- ✚ Se debe efectuar la toma de la intensidad de la luz mediante el luxómetro para así encontrar la ubicación óptima de las lámparas de luz.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Almazán-Rueda, P., Van Helmont, A.T.M., Verreth, J.A.J. & Schrama, J.W. (2005). Photoperiod affects growth, behavior and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology* 67: 1029-39.
- Appelbaum, S. & Kelmer, E. (2000). Survival, growth, metabolism and behavior of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquaculture Engineering* 22: 169-287.
- Biswas, A.K. & Takeuchi, T. (2003). Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth rate of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Fisheries Science* 69: 1010-16.
- Biswas, A.K., Seoka, M., Inoue, Y., Takii, K. & Kumai. (2005). Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red sea bream (*Pargus major*). *Aquaculture* 250: 666-673 (b).
- Boeuf G y P-Y. Le Bail, (1999). Does light have influences of fish growth? *Aquaculture* 177, 129-152.
- Bromage, N., M. Porter & C. Randall. (2001). The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture* 197: 63-98.

- El-Sayed, A.-F.M. & Kawanna, M. (2004). Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia. I. growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. *Aquaculture*.231: 393– 402.
- Kubitza F, Panorama da Aquicultura. (2009). Manejo en la producción de peces: Buenas prácticas en el transporte de peces vivos.
- Garcia – Lopez, A.; Sarasquete, C.; Martinez – Rodriguez, G. (2009). Temperatura manipulation stimulatew gonadal and sex steroid production in Senegaleses ole *Solea senegalensis* Kaup kept Ander two different light régimes. *Aquaculture Research* 40:103-111.
- Ginés, R., Afonso, J.M., Arguello, A., Zamorano, M.J. & Lopéz, J.L. (2004).The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*35: 1207-12.
- Herrero-Ramón, M.J. (2007). Ritmos de actividad motora, comportamiento alimentario e influencia de la melatonina exógena en peces teleósteos. Memoria de Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Madrid, J.A. T. Boujard, F.J. Sánchez-Vázquez. (2001). Feeding rhythms. En: Houlihan, D.F., Boujard, T., Jobling, M. (eds.), *Food Intake in Fish*. Blackwell Science, Oxford, pp. 189-215.

- Mustapha, M.K., Okafor, B.U., Olaoti, K.S. & Oyelakin, O.K. (2012). Effects of three different photoperiods on the growth and body coloration of juvenile African, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Archives of Polish Fisheries* 20: 55-59.
- Ortega-Cerrilla, M.E. & A.A. Gómez-Danés. (2006). Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria. *Interciencia*, 3:844-848.
- Pezzato, A.C. (1996). Balanceamiento de raciones para peces tropicales. Programa ALITE versión 1.10B
- Puvanendran, V. & Brown, J.A. (2002). Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. *Aquaculture* 214: 131-151.
- Rad F., Bozaoglu S., Gözükar S. E., Karahan A., & Kurt G. (2006). Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.). *Aquaculture* 255:292-300.
- Ramos, J., L. Rodríguez, S. Zanuy & M. Carrilo. (2002). Influencia del fotoperiodo sobre la aparición de la primera madurez sexual, comportamiento reproductivo y calidad de puestas en hembras de lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 18(1-4):175-182.

- Reynalte-Tataje, D., Luz, R.K., & Meurer, S. (2002). Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum*, v.24, p.439-443.
- Saavedra M. (2006) Manejo del cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.
- Saunders R. L., J. L. Specker & M. P. Komourdjian. (1989). Effect of photoperiod on growth and smolting in juvenile atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 82: 103- 117.
- Sánchez J.A., J.F. López-Olmeda, B. Blanco-Vives, & F.J. Sánchez-Vázquez. (2009). Effects of feeding schedule on locomotor activity rhythms and stress response in sea bream. *Physiology & Behavior*, 98: 125-129.
- Santos Bezerra K, Athiê Jorge Guerra Santos, Maxwell Rozendo Leite, Alexandre Magnun da Silva e Misleni Ricarte de Lima. (2008). Crescimento e sobrevivência da tilapia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. Universidad e Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aqüicultura, Avenida Dom Manuel de Medeiros, s/no, DoisIrmãos, 2008- CEP 52171-900 Recife, PE. E-mail: atia00sb@hotmail.com,



ajgs@depaq.ufrpe.br,

axcyclop@hotmail.com,

alexandre\_recife@hotmail.com, aisleniricarte@hotmail.com.

Sheng, J., Lin, Q., Chen, Q., Gao, Y., Shen, L. & Lu, J. (2006). Effect of food, temperature and light intensity of three-spot juvenile seahorse, *Hippocampus trimaculatus* Leach. *Aquaculture* 256: 596-607.

Sigholt, T., M. Staurnes, H.J. Jakobsen & T. Åsgård. (1995). Effects of continuous light and short-day photoperiod on smolting, seawater survival and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 130:373-388.

Steel, R., & J. Torrie, (1988). Bioestadística: principios y procedimientos. 622p. 2ª ed. McGraw-Hill, México.

Stefansson, M.O., Fitz Gerald, R.D. & Cross, T.F. (2002). Growth, feed utilization and growth heterogeneity in juvenile *Scophthalmus maximus* (Rafinesque) under different photoperiod regimes. *Aquaculture Research* 33: 177-187.

Thorpe, J.E. (1978). Rhythmic Activity of Fishes. J.E. Thorpe, ed. London. Academic Press.

Toguyéni A, Fauconneau B, Boujard T, Fostier A, Kühn ER, Mol KA, Baroiller JF. (1997). Feeding behaviour and feed utilisation in tilapia, *Oreochromis*

niloticus: effect of sex-ratio and relationship with the endocrine status.  
*Physiology and Behaviour* 62: 273–279.

Vera L.M., N. De Pedro, E. Gómez-Milán, M.J. Delgado, M.J. Sánchez-Muros, J.A. Madrid, & F.J. Sánchez-Vázquez. (2010). Feeding entrainment of locomotor activity rhythms, digestive enzymes and neuroendocrine factors in goldfish. *Physiology & Behavior*, 90: 518-524.

Viso Portabales, F. (2013). Estudio de la influencia del fotoperiodo en la natación de los guppies (*Poecilia reticulata*) Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España. E-mail fatimaviso@gmail.com

Watanabe, W.O., C.A. Woolridge & H.V. Daniels. (2006). Progress toward year-round spawning of southern flounder broodstock by manipulation of photoperiod and temperature. *J. World Aquacult. Soc.*, 37(3): 256-272.

Wong, J.M. & Benzie, J.H.A. (2003). The effects of temperature, Artemia enrichment, stock density and light on the growth of the juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleker, 1855), from Australia. *Aquaculture* 228: 107-121.

Zar, H.J. (1974). Biostatistical analysis. Prentice Hall. Biological Sciences Series. EU. 620p.

# **ANEXOS**

**Anexo 1:** Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T<sub>c</sub> (fotoperiodo natural), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus* en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	2.10	1.59	2.14	1.62	2.11	1.55
2	2.05	1.68	2.12	1.67	2.08	1.62
3	2.11	1.69	2.11	1.59	2.13	1.67
4	2.09	1.50	2.09	1.62	2.06	1.59
5	2.14	1.45	2.09	1.56	2.14	1.56
6	2.09	1.68	2.05	1.55	2.08	1.46
7	2.09	1.59	2.09	1.55	2.09	1.56
8	2.10	1.60	2.11	1.55	2.08	1.56
9	2.06	1.65	2.09	1.55	2.13	1.55
10	2.11	1.60	2.12	1.62	2.10	1.56
11	2.08	1.58	2.12	1.57	2.07	1.66
12	2.08	1.63	2.14	1.56	2.10	1.57
13	2.08	1.68	2.10	1.56	2.13	1.63
14	2.08	1.65	2.09	1.56	2.09	1.56
15	2.09	1.46	2.06	1.49	2.12	1.66
<b>Prom.</b>	<b>2,090 ± 0,021</b>	<b>1,601 ± 0,078</b>	<b>2,102 ± 0,025</b>	<b>1,574 ± 0,043</b>	<b>2,100 ± 0,024</b>	<b>1,584 ± 0,055</b>

R= Repeticiones

**Anexo 2:** Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento

T<sub>1</sub> (12 L: 12 O), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus* en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	2.10	1.66	2.12	1.56	2.11	1.65
2	2.09	1.55	2.06	1.53	2.10	1.51
3	2.13	1.53	2.11	1.46	2.05	1.46
4	2.11	1.67	2.09	1.46	2.09	1.51
5	2.12	1.65	2.08	1.57	2.10	1.53
6	2.12	1.55	2.09	1.61	2.08	1.67
7	2.08	1.46	2.07	1.53	2.09	1.52
8	2.10	1.55	2.09	1.58	2.10	1.58
9	2.13	1.55	2.13	1.62	2.10	1.45
10	2.09	1.65	2.11	1.47	2.07	1.51
11	2.09	1.55	2.08	1.49	2.08	1.61
12	2.10	1.53	2.12	1.55	2.10	1.59
13	2.09	1.61	2.09	1.46	2.09	1.49
14	2.12	1.57	2.07	1.54	2.09	1.48
15	2.07	1.54	2.13	1.65	2.10	1.50
<b>Prom.</b>	<b>2,103 ± 0,019</b>	<b>1,574 ± 0,059</b>	<b>2,096 ± 0,022</b>	<b>1,538 ± 0,061</b>	<b>2,090 ± 0,015</b>	<b>1,537 ± 0,067</b>

R= Repeticiones

**Anexo 3:** Datos iniciales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento

T<sub>2</sub> (18 L: 06 O), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus*, en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	2.08	1.45	2.12	1,52	2.07	1.52
2	2.11	1.51	2.10	1.42	2.12	1.55
3	2.05	1.47	2.10	1.48	2.12	1.53
4	2.07	1.45	2.11	1.51	2.10	1.62
5	2.10	1.48	2.06	1.51	2.08	1.61
6	2.10	1.52	2.13	1.61	2.12	1.51
7	2.11	1.61	2.11	1.59	2.08	1.48
8	2.09	1.48	2.13	1.54	2.09	1.65
9	2.11	1.47	2.10	1.58	2.10	1.52
10	2.07	1.58	2.10	1.52	2.10	1.42
11	2.09	1.61	2.11	1.51	2.08	1.45
12	2.08	1.70	2.10	1.51	2.07	1.56
13	2.08	1.51	2.10	1.62	2.09	1.41
14	2.12	1.51	2.10	1.48	2.07	1.58
15	2.06	1.53	2.13	1.49	2.07	1.45
<b>Prom.</b>	<b>2,088 ± 0,020</b>	<b>1,525 ± 0,070</b>	<b>2,106 ± 0,017</b>	<b>1,526 ± 0,054</b>	<b>2,090 ± 0,018</b>	<b>1,524 ± 0,072</b>

R= Repeticiones

**Anexo 4:** Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T<sub>c</sub> (fotoperiodo natural), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus* en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	5.60	5.12	5.70	5.32	5.30	5.11
2	5.40	4.99	5.20	5.12	5.10	4.92
3	5.20	4.85	5.30	5.21	4.90	4.75
4	5.70	4.91	5.40	5.02	5.40	5.22
5	5.80	5.43	5.60	5.41	5.60	5.42
6	5.40	4.28	5.10	4.91	5.40	5.03
7	5.50	4.32	5.20	5.12	5.30	5.15
8	5.60	5.51	5.80	5.71	5.50	5.21
9	5.40	5.41	5.60	5.42	5.20	4.99
10	5.30	4.99	5.40	5.31	5.60	5.46
11	5.10	4.81	5.20	5.01	5.60	5.45
12	5.20	5.12	5.10	4.81	5.40	5.28
13	5.50	5.32	5.50	5.22	5.20	4.96
14	5.60	5.33	5.30	5.08	5.70	5.56
15	5.80	5.61	5.70	5.42	5.30	5.21
<b>Prom.</b>	<b>5,473 ± 0,215</b>	<b>5,066 ± 0,396</b>	<b>5,406 ± 0,231</b>	<b>5,206 ± 0,232</b>	<b>5,366 ± 0,216</b>	<b>5,181 ± 0,228</b>

R= Repetición

**Anexo 5:** Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento T<sub>1</sub> (12 L: 12 O), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus* en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	5.90	5.81	6.20	6.12	6.10	5.99
2	6.00	5.91	6.10	5.99	5.90	5.81
3	5.80	5.71	5.80	5.78	6.20	6.01
4	5.60	5.48	5.90	5.91	5.80	5.72
5	6.10	6.21	6.10	6.21	6.20	6.12
6	5.90	6.01	6.00	6.21	6.10	6.02
7	6.00	5.89	5.80	5.98	5.90	5.89
8	5.80	5.71	5.90	5.81	6.00	6.21
9	6.10	5.98	6.10	6.09	5.80	5.71
10	6.20	6.12	6.00	6.21	6.20	6.12
11	5.90	6.01	5.70	5.81	6.10	6.04
12	5.80	5.78	5.80	5.71	5.90	5.81
13	6.10	6.05	5.90	5.81	5.80	5.72
14	6.00	5.89	6.10	6.09	6.10	5.92
15	5.90	5.72	6.00	5.91	6.20	6.14
<b>Prom.</b>	<b>5,940 ± 0,154</b>	<b>5,885 ± 0,188</b>	<b>5,960 ± 0,145</b>	<b>5,976 ± 0,171</b>	<b>6,020 ± 0,156</b>	<b>5,948 ± 0,166</b>

R= Repetición



**Anexo 6:** Datos finales para crecimiento en talla (cm) y peso (g) del tratamiento

T<sub>2</sub> (18 L: 06 O), para el fotoperiodo de alevines de *O. niloticus*, en laboratorio.

N°	R1		R2		R3	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	6.10	5.99	6.50	6.61	6.60	6.72
2	6.40	6.45	6.40	6.48	6.50	6.51
3	6.30	6.42	6.20	6.21	6.80	6.71
4	6.50	6.67	6.30	6.36	6.30	6.31
5	6.00	6.14	6.50	6.48	6.40	6.47
6	6.10	6.29	6.10	6.21	6.20	6.01
7	6.30	6.45	6.00	6.18	6.70	6.81
8	6.50	6.72	6.20	6.24	6.60	6.78
9	6.20	6.28	5.90	6.09	6.40	6.61
10	6.40	6.51	6.10	6.21	6.20	6.48
11	6.60	6.78	6.40	6.48	6.40	6.71
12	5.90	6.11	6.60	6.73	6.60	6.81
13	6.00	6.31	6.30	6.42	6.30	6.41
14	6.10	6.25	6.10	6.28	6.10	6.21
15	6.30	6.41	6.40	6.58	6.50	6.68
<b>Prom.</b>	<b>6,246 ± 0,209</b>	<b>6,385 ± 0,225</b>	<b>6,266 ± 0,202</b>	<b>6,370 ± 0,186</b>	<b>6,440 ± 0,199</b>	<b>6,548 ± 0,236</b>

R= Repetición

**Anexo 7:** Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para una muestra (talla y peso).

		Talla	Peso
N		135	135
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	2,0962	1,5560
	Desviación típica	0,02126	0,06732
Diferencias más extremas	Absoluta	0,104	0,069
	Positiva	0,104	0,069
	Negativa	-0,096	-0,063
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,208	0,801
Sig. asintót. (bilateral)		0,108	0,543

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

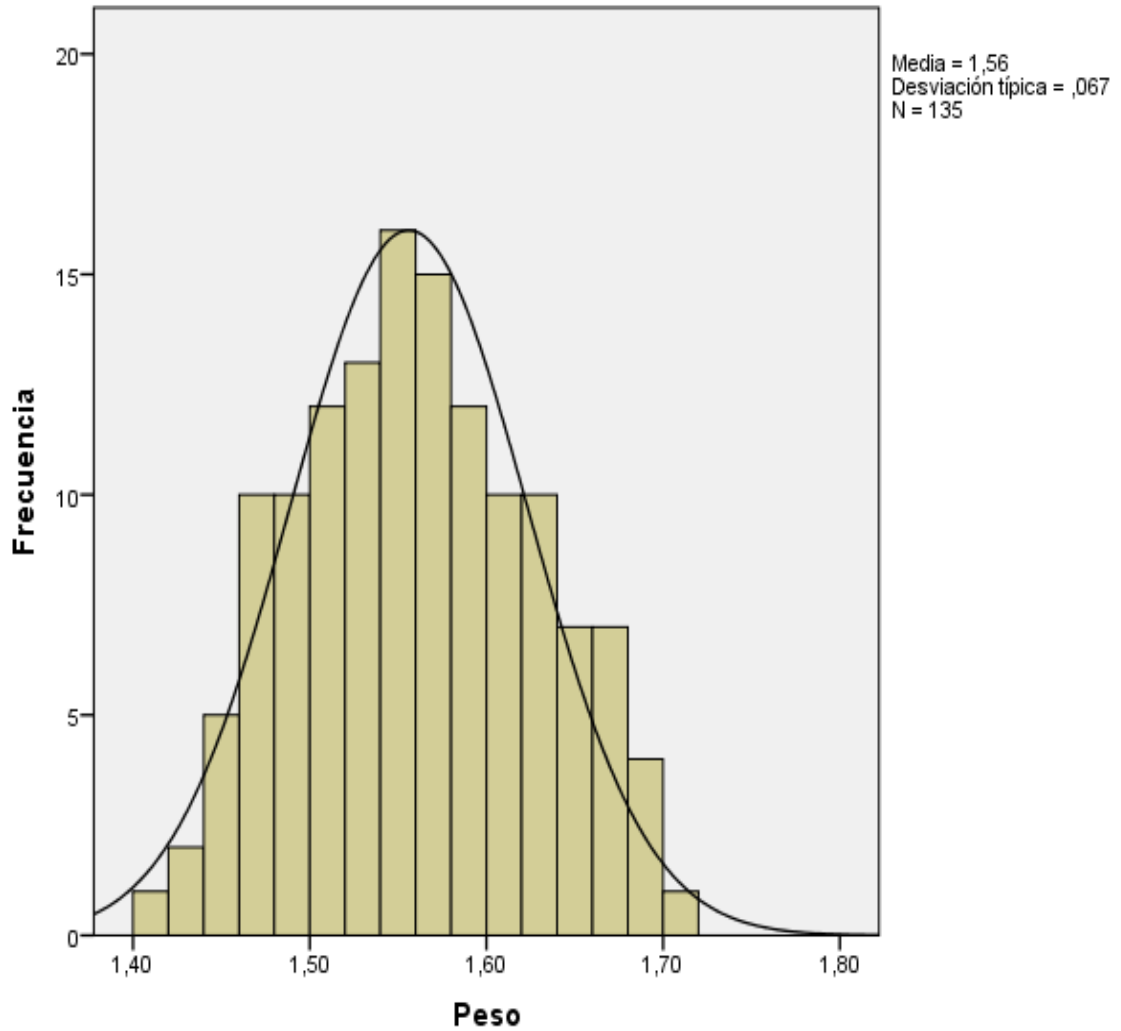
**Anexo 8:** Prueba anova entre tratamientos para peso final.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PESO FINAL	Inter-grupos	2,513	2	1,256	215,903	0,000
	Intra-grupos	0,035	6	0,006		
	Total	2,547	8			

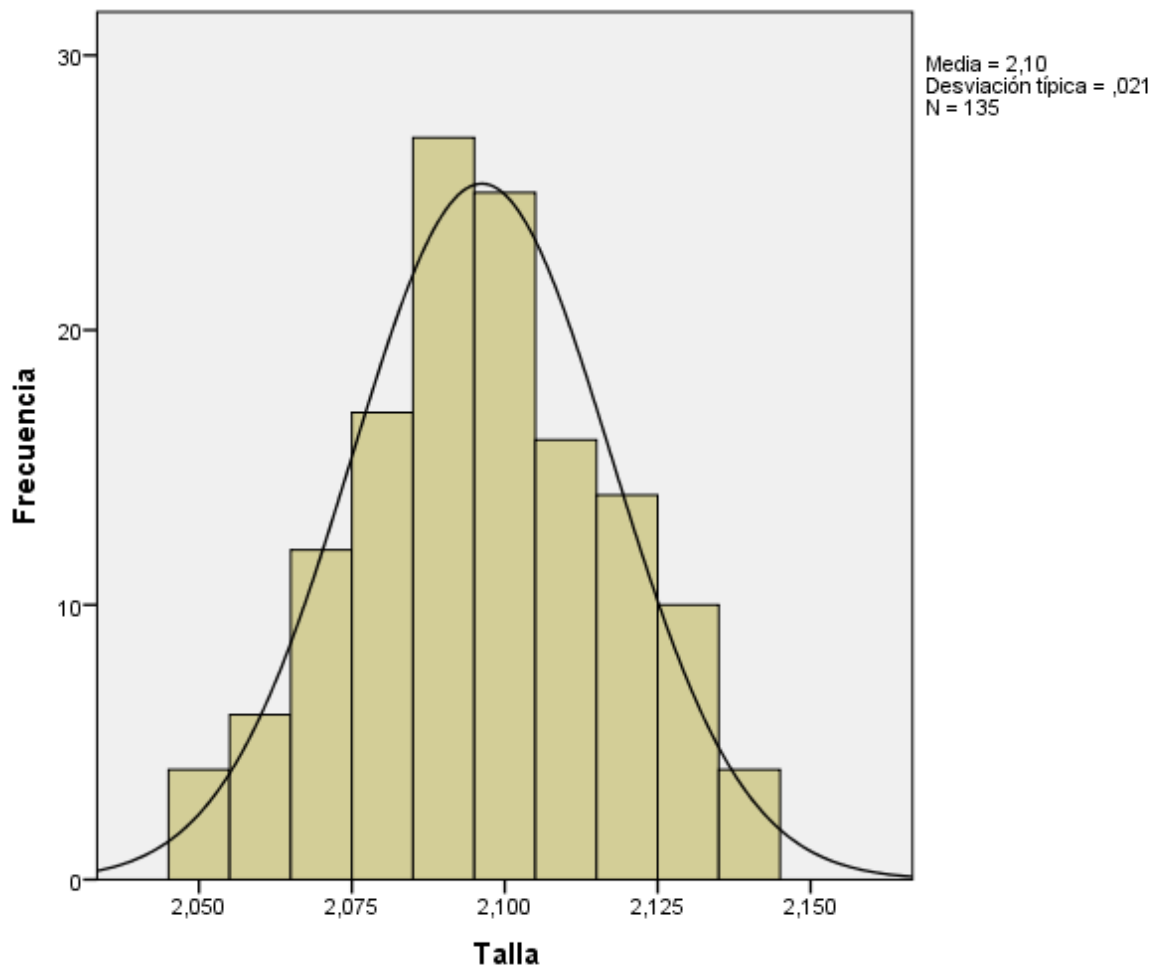
**Anexo 9:** Prueba anova entre tratamientos para talla final.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TALLA FINAL	Inter-grupos	1,244	2	0,622	117,097	0,000
	Intra-grupos	0,032	6	0,005		
	Total	1,276	8			

**Anexo 10:** Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de los organismos de *O. niloticus* “tilapia nilotica” en laboratorio.



**Anexo 11:** Histogramas de frecuencias y curva normal de la longitud total (cm) de los organismos de *O. niloticus* “tilapia nilotica” en laboratorio.



**ACLIMATACION EN EL LABORATORIO DE ACUICULTURA CONTINENTAL  
Y NUTRICIÓN EN ACUICULTURA DE LA ESCUELA ACADÉMICA  
PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA, FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



**Anexo 12:** Aclimatación de los alevines de *O. niloticus* “tilapia nilotica” después del transporte.



**Anexo 13:** Traslado de alevines de la *O. niloticus* “tilapia nilotica” al tanque para su aclimatación.