



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE  
ALEVINOS DE *Oncorhynchus mykiss* “TRUCHA ARCO IRIS”  
NACIONAL E IMPORTADA POR EFECTOS DEL FOTOPERIODO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JOSE LUIS TALAVERA HERRERA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*A mi familia, por su guía y apoyo*

*incondicional que siempre me brinda.*

*José Luis Talavera Herrera*



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a los docentes de la Facultad de  
Ciencias Biológicas de la Universidad  
Nacional del Altiplano, por los conocimientos  
brindados en mi formación profesional.*



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN .....	11
ABSTRACT.....	12

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	14

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES .....	15
2.2 MARCO TEORICO .....	21
2.2.1 Importancia de la acuicultura .....	21
2.2.2 Taxonomía de <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	21
2.2.3 Biología de <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	22
2.2.4 Morfología de <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	22
2.2.5 Etapas de desarrollo de <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	22
2.2.6 Cuidado de los alevinos .....	23
2.2.7 Tecnología LED .....	23
2.3. MARCO CONCEPTUAL .....	24
2.3.1. Fotoperiodo .....	24



2.3.2. Alimentación en fotoperiodo .....	24
2.3.3. Periodos de luz .....	24
2.3.4. Glándula pineal en peces.....	24

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	25
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	25
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	26
3.3.1. Población:.....	26
3.3.2 Muestra: .....	26
3.4 MATERIALES .....	26
3.4.1 Material Biológico .....	26
3.4.2 Material de evaluación .....	26
3.4.3 Material de acondicionamiento .....	27
3.5 METODOLOGÍA POR OBJETIVO ESPECÍFICO .....	27
3.5.1 Determinar la influencia del fotoperiodo en el crecimiento en peso y longitud de alevinos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> “trucha arco iris” nacionales e importadas sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz-oscuridad) y 18:6 (luz-oscuridad). .....	27
3.5.2 Determinar la influencia del fotoperiodo en la supervivencia de alevinos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> “trucha arco iris” nacionales e importados sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz-oscuridad) y 18:6 (luz-oscuridad).30	

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN EL CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD DE ALEVINOS DE <i>Oncorhynchus mykiss</i> “TRUCHA ARCO IRIS” NACIONALES E IMPORTADAS SOMETIDOS A FOTOPERIODOS	
---	--



DE 12:12 (LUZ-OSCURIDAD) Y 18:6 (LUZ-OSCURIDAD).....	31
4.2. INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN LA SUPERVIVENCIA DE ALEVINOS DE ONCORHYNCHUS MYKISS “TRUCHA ARCO IRIS” NACIONALES E IMPORTADOS SOMETIDOS A FOTOPERIODOS DE 12:12 (LUZ: OSCURIDAD) Y 18: 6 (LUZ: OSCURIDAD). ....	41
4.2.1 Registros de los Parámetros del Recurso Hídrico.....	44
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>
Anexo 1. Constancia de ejecución de trabajo de investigación .....	57
Anexo 2.- Análisis de varianza crecimiento en peso de <i>Oncorhynchus mykiss</i> nacionales .....	58
Anexo 3.- Análisis de varianza crecimiento en peso de <i>Oncorhynchus mykiss</i> importadas .....	58
Anexo 4.- Análisis de varianza crecimiento en talla de <i>Oncorhynchus mykiss</i> nacionales .....	59
Anexo 5.- Análisis de varianza crecimiento en talla de <i>Oncorhynchus mykiss</i> nacionales .....	59

**ÁREA: Ciencias Biomédicas**

**LÍNEA: Acuicultura**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 de febrero de 2022**



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Instalaciones del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios de la UNA – PUNO. ....	25
<b>Figura 2.</b>	Acondicionamiento de los estanques para ejecutar la investigación. ....	28
<b>Figura 3.</b>	Instalación de luces aéreas y sumergidas.....	28
<b>Figura 4.</b>	Peso promedio (g) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo. ....	32
<b>Figura 5.</b>	Registro de incremento de peso (g) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo. ....	33
<b>Figura 6.</b>	Peso promedio (g) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo. ....	34
<b>Figura 7.</b>	Registro de incremento de peso (g) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo.....	35
<b>Figura 8.</b>	Talla promedio (cm) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha Nacional sometido a fotoperiodo. ....	37
<b>Figura 9.</b>	Registro de incremento de talla (cm) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo. ....	38
<b>Figura 10.</b>	Talla promedio (cm) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha Importada sometido a fotoperiodo. ....	39
<b>Figura 11.</b>	Registro de incremento de talla (cm) de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo.....	40
<b>Figura 12.</b>	Según tratamientos porcentaje de supervivencia de alevinos nacionales de .....	42
<b>Figura 13.</b>	Según tratamientos porcentaje de supervivencia de alevinos importados de	



.....	43
<b>Figura 14.</b> Variación de temperatura del agua (°C), en los tratamientos de fotoperiodo. .....	45
<b>Figura 15.</b> Variación de Oxígeno disuelto del agua (ppm), en los tratamientos de fotoperiodo. ....	45



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Peso y longitud inicial de los alevinos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	29
<b>Tabla 2.</b>	Diseño de la aplicación de los tratamientos y registro de evaluaciones.....	30
<b>Tabla 3.</b>	Peso promedio (g) de alevinos nacionales de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	32
<b>Tabla 4.</b>	Incremento en peso (g) de alevinos nacionales de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	33
<b>Tabla 5.</b>	Peso promedio (g) de alevinos importados de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	34
<b>Tabla 6.</b>	Incremento en peso (g) de alevinos importados de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo .....	35
<b>Tabla 7.</b>	Talla promedio (cm) de alevinos nacionales de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	36
<b>Tabla 8.</b>	Incremento en talla (cm) de alevinos nacionales de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	38
<b>Tabla 9.</b>	Talla promedio (cm) de alevinos importados de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	38
<b>Tabla 10.</b>	Crecimiento en talla (cm) de alevinos importados de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.....	40
<b>Tabla 11.</b>	Porcentaje de supervivencia de alevinos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , nacionales .....	41
<b>Tabla 12.</b>	Porcentaje de supervivencia de alevinos de <i>Oncorhynchus mykiss</i> , importados. ....	42



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>CIPBS - Chucuito</b>	: Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios Chucuito UNA Puno
<b>PT =</b>	: Peso Total
<b>LT =</b>	: Longitud Total
<b>L – O =</b>	: Luz - Oscuridad
<b>HL – HO =</b>	: Horas Luz – Horas Oscuridad



## RESUMEN

La actividad pesquera en la región Puno, se ha desarrollado básicamente en el Lago Titicaca, actividad que demostró un incremento a través del tiempo lo cual ha impulsado a la crianza de trucha bajo diversas modalidades; sin embargo, a pesar del incremento en la producción aún se tiene problemas en la obtención de alevinos de calidad generando pérdidas al productor, por lo cual el objetivo de esta investigación es evaluar el crecimiento y supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) nacionales e importados por efecto del fotoperiodo, con esta investigación lo que se quiso obtener es la supervivencia y alevinos de calidad aplicando el fotoperiodo como metodología de aplicación, se trabajó con dos tratamientos los cuales son: 12:12 (luz-oscuridad) y 18:6 (luz-oscuridad) cada tratamiento consta de dos repeticiones y se emplearon 900 alevinos en todo el proceso de investigación, los mismos que se determinaron la biometría y conteo semanal con la finalidad de evaluar el crecimiento y supervivencia de los alevinos. Como resultado de esta investigación para los alevinos nacionales y alevinos importados bajo un tratamiento de fotoperiodo se obtuvo mejores resultados con tratamiento de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad los que refleja en 45 días de experimentación el incremento de peso y talla de 3,82 gr.; 3,08 cm y 4,24 gr.; 3,49 cm de alevinos nacionales e importados respectivamente, así mismo la supervivencia en alevinos nacionales alcanza el 94.67 % y en alevinos importados el 92.67%.

**Palabras Clave:** Alevinos, Fotoperiodo, Supervivencia.



## ABSTRACT

The fishing activity in the Puno region has been developed basically in Lake Titicaca, an activity that has shown an increase over time, which has prompted the raising of trout under various modalities; However, despite the increase in production, there are still problems in obtaining quality fingerlings, generating losses for the producer, for which the objective of this research is to evaluate the growth and survival of *Oncorhynchus mykiss* fingerlings (rainbow trout). national and imported due to the effect of the photoperiod, with this research what we wanted to obtain is survival and quality fingerlings applying the photoperiod as an application methodology, we worked with two treatments which are: 12:12 (light-darkness) and 18:6 (light-darkness) each treatment consists of two repetitions and 900 fingerlings were used throughout the research process, the same ones that were determined by biometry and weekly count in order to evaluate growth and fry survival. As a result of this research for national fingerlings and imported fingerlings under a photoperiod treatment, better results were obtained with treatment of 18 hours of light and 6 hours of darkness, which reflects in 45 days of experimentation the increase in weight and size of 3, 82g; 3.08 cm and 4.24 g,; 3.49 cm of national and imported fingerlings respectively, likewise survival in national fingerlings reaches 94.67% and in imported fingerlings 92.67%.

**Keywords:** Fingerlings, Photoperiod, Survival



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de truchas es una actividad productiva muy difundida en nuestro país, incrementando la cantidad de empresas que se dedican a esta actividad los cuales hacen usos de los avances científicos y tecnológicos que se generan a través del tiempo, (Maravi, 2013). En los últimos 10 años la producción nacional de truchas en el Perú ha incrementado de manera exponencial, el 83% de la producción de truchas proviene de Puno, donde la acuicultura se ha convertido en una gran alternativa para el desarrollo económico y social de la población, (Gestión, 2018). De acuerdo con una encuesta la mayoría de productores utilizan alevines provenientes de ovas importadas de España y EEUU en el que se refleja que la participación de ovas nacionales solo alcanza el 1,1%, (Montesinos, 2018).

Es de conocimiento que, para tener éxito de la producción de truchas este depende de muchos factores tales como: calidad de agua, calidad de alevinos, alimento de calidad y buenas prácticas de manejo, (Maravi, 2013). En la actualidad aún sigue siendo una de las debilidades en el sector acuícola la baja calidad de alevinos que genera pérdida en los productores por la mortalidad que se presenta en el proceso de siembra.

La sobrevivencia de *Oncorhynchus mykiss* varía ampliamente de acuerdo a los factores como la densidad, tamaño de los peces y las condiciones ambientales, (Alvarado, 1999) también está influida por otros factores tales como la alimentación y la condición genética (Bastardo, 1994), se reportan que hay una sobrevivencia de 85% de alevines, la diferencia existente es el que afecta al productor, (Ceballos y Velázquez, 1988).



Por lo expuesto se realiza este proyecto de investigación para evaluar el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oncorhynchus mykiss* nacional e importadas por efecto del fotoperiodo por ello se planteó los siguientes objetivos:

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” nacional e importada por efecto del fotoperiodo.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la influencia del fotoperiodo en el crecimiento en peso y longitud de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” nacionales e importados sometidos a fotoperiodos de 12L:12O (Luz: Oscuridad) y 18L:6O (Luz: Oscuridad).
- Determinar la influencia del fotoperiodo en la supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” nacionales e importados sometidos a fotoperiodos de 12L:12O (Luz: Oscuridad) y 18L:6O (Luz: Oscuridad).



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

El fotoperiodo está muy extendido entre los peces teleósteos y se ha estudiado en al menos nueve órdenes, en diversas especies, el fotoperiodo puede proporcionar la señal de inactividad estacional, así como la migración, la maduración sexual, la fisiología y el comportamiento asociado en los peces migratorios, (Bromage et al., 2001). Peces con cortos ciclos de maduración gonadal por lo general requieren de forma secuencial que cambien la duración del día. Según (Pittendrigh, 1965) existen dos tipos de fotoperiodos básicos el primero es fotoperiodo "simétrico" en el que cada pulso de luz es de misma duración y el segundo es fotoperiodos "asimétrico" en el que los pulsos de luz son de diferentes longitudes, aunque no se sabe qué tan brillante un pulso de luz debe ser para estimular una respuesta de los peces (Sumpter, 1990).

Sin embargo (Bergman 1987), ha demostrado que la exposición a la luz de baja intensidad puede ser eficaz, (Porter *et al* 1999) y (Biswas, 2002) llegaron a la conclusión que varias especies reaccionan a fotoperiodos largos obteniendo el crecimiento estimulado por las aplicaciones de luz el cual mejora directamente la tasa de eficiencia de alimentación o reducción de la incidencia de la maduración sexual, de modo que permite la redirección de la energía de las gónadas, el desarrollo de tejido muscular y grasa en la cavidad abdominal. (Puvanendran y Brown, 1998) también informaron que la determinación de las condiciones de luz se complica aún más por el hecho de que puede haber diferentes requerimientos de luz para diferentes poblaciones de la misma especie.



El fotoperiodo es un factor importante que afecta a los organismos vivos incluyendo peces, los efectos del fotoperiodo en la tasa de crecimiento y otras variables se han estudiado en diversas especies, (Ruchin, 2007), el fotoperiodo actúa como un sincronizador del ritmo endógeno, que influyen en la actividad locomotora, el crecimiento, la tasa metabólica, la pigmentación del cuerpo, la maduración sexual y la reproducción de peces teleósteos (LeBail *et al.*, 1998).

El fotoperiodo es uno de los factores exógenos que influyen directamente en el crecimiento de los peces a través de cambios en el funcionamiento endocrino y secreción de la hormona, es decir, la melatonina y la tiroxina. Regula el ritmo diario endógeno en los peces, y también afecta el crecimiento, la actividad de locomoción, las tasas de metabolismo, la pigmentación del cuerpo, la maduración sexual y la reproducción (Duston y Saunders, 1999).

El fotoperiodo es uno de los factores más importantes que afectan a la estrategia de alimentación del pez (Reynalte-Tataje *et al.*, 2002) y en la mayoría de las especies, la alimentación se produce de una manera no aleatoria, a raíz de ciertos biorritmos estándar, es decir, los ritmos circadianos están influenciados por el fotoperiodo. Por lo tanto, los peces diurnos son más activos durante el día y menos activos durante la oscuridad, mientras que lo contrario es cierto para los peces nocturnos (Boeuf y Le Bail, 1999)

Las frecuencias de los periodos de alimentación circadiana son las raciones relacionados con el ciclo de luz-oscuridad, si una especie tiene acceso al mismo alimento presenta cambios significativos en: peso, longitud, incremento de lípidos, tasa de crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia y crecimiento gonadal (Spieler, 2000). El fotoperiodo no sólo afecta a la actividad de alimentación, también desempeña un papel decisivo en el crecimiento, la supervivencia y el comportamiento social (Boeuf y Falcón,



2001). Estos son mecanismos fisiológicos por la producción de la hormona alterada, lo que mejora la eficiencia de conversión alimenticia (Compra *et al* 2000), sin embargo, los requerimientos de fotoperiodo son por especies específicas y pueden variar para cada etapa de desarrollo.

Para algunas especies, fotoperiodos largos pueden modificar indirectamente el crecimiento de los peces mediante la obtención de un consumo de alimento aumentado, el desarrollo de la masa muscular mediante el aumento de la actividad locomotora (Le Bail, 1998), la mejora de la eficiencia del uso de nutrientes y redirigir la energía de desarrollo gonadal en el crecimiento somático (Rad *et al.*, 2006).

A principios, los estudios *in vivo* indican que la glándula pineal medía el efecto de estos factores externos más probablemente a través de la producción rítmica de melatonina (Falcón *et al.*, 2003). El órgano pineal es una estructura neural con capacidad secretora, desempeña un papel muy importante en la percepción del fotoperiodo y la temperatura y en la codificación de esta información en señales nerviosas (neurotransmisores) y neuroendocrinas (melatonina) que permiten la sincronización ambiental de numerosos procesos rítmicos y circadianos, (Falcón *et al.* 2007); La melatonina podría afectar a los peces en la secreción de la hormona del crecimiento, ya sea directamente (en la hipófisis) o indirectamente (hipotálamo). También puede influir en el metabolismo de la hormona tiroidea, así como en la ingestión de alimentos, otros dos factores que afectan el crecimiento. (Gross *et al.*, 1995)

El fotoperiodo como elemento de la iluminación, es un componente estimulante del crecimiento, supervivencia y madurez sexual de los animales, y está claramente relacionado con el tiempo de su exposición, asistiendo 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 concluyen, la importancia del desarrollo de nuevas tecnologías y protocolos de iluminación avanzados, que tengan en cuenta los requerimientos específicos de cada especie y el ciclo vital sea como larva, juvenil o adulto.

Los periodos de 16L:08O (Luz : Oscuridad) y periodos de 24L:00O han confirmado un efecto positivo en algunas especies de peces donde el consumo de alimento, la eficiencia de conversión alimenticia y la tasa específica de crecimiento fueron mayores, debido a un incremento en la actividad de los peces y a una mejor visualización del alimento Garcia-López *et al.* (2009) señala que el empleo inadecuado de fotoperiodo durante el desarrollo inicial, puede impactar negativamente sobre la explotación comercial de algunas especies como salmón, lubina o lenguado. Asimismo, Sánchez *et al.* (2009) menciona que el inadecuado uso del fotoperiodo puede comprometer seriamente la fisiología reproductiva de peces, así como afectar su bienestar.

El fotoperiodo también coadyuva en el proceso de nutrición y alimentación, como estímulo de otras actividades metabólicas en varias especies de peces (Reynalte- Tataje, 2002). Constan experiencias que consideran al fotoperiodo como factor condicionante de múltiples 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 peces 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 piscicultores han tenido y tienen presente que la cantidad de alimento y su composición nutricional 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 suministra 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 cronotopo diurno/nocturno (Vera *et al.* 2010). El estímulo visual y la duración del fotoperiodo de luz diario, es el elemento que estimula la conducta de los peces y sistematiza los ritmos de vida de los organismos acuáticos (Ortega-Cerrilla, 2006 y Viso, 2013). En este sentido, es importante determinar cómo los cambios en el fotoperiodo determinan el comportamiento de los peces teleósteos, fundamentalmente en ambientes que se encuentran bajo la luz artificial, conforme lo menciona (Herrero-Ramón, 2007).

En general, podemos aseverar que los animales no se alimentan durante las 24 horas del día, si no que escogen para alimentarse un periodo de iluminación, el día o la noche, pudiendo clasificarse de genérica como animales diurnos, nocturnos y crepusculares (Thorpe, 1978). El estímulo visual y la duración del periodo de luz diario es el factor que determina la conducta de los animales (Ortega-Cerrilla, 2006), regula los ritmos de vida de los organismos (Herrero-Ramón, 2007). En este sentido, es muy importante determinar cómo los cambios en el fotoperiodo afectan al comportamiento, especialmente en ambientes que se encuentran bajo la influencia de luz artificial.

Según Stefansson *et al.* (2002), el influjo del fotoperiodo en larvas o juveniles de *Scophthalmus maximus* no siempre ha sido reportada como positiva para el crecimiento, señalando 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 cadauno 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 eficacia de conversión alimenticia en el tratamiento de 06:06 horas de luz y horas de oscuridad



respectivamente.

Actualmente la actividad pesquera viene logrando un éxito relativo, el único riesgo se encuentra en la fase productiva, el mismo que fácilmente se puede amortiguar en tanto se avance en el desarrollo de nuevas metodologías y una actividad planificada estratégicamente; la incertidumbre en cuanto al mercado se puede amortiguar en la medida que se trabaje técnicas Estratégicas de Planificación e instrumentos de mercadotecnia y se concientice a los productores respecto a la importancia de satisfacer los requerimientos del mercado, (Yapuchura,2002).

Los principales problemas observados están relacionados con la dosificación lumínica, la distribución de la luz, el alto consumo de energía, el estrés y otros daños fisiológicos asociados a la excesiva exposición de luz, los excesos o déficit de luz ocasionan retrasos de esmoltificación, efectos nocivos sobre ciertos tejidos (diversas publicaciones describen daños a la retina por exposición a luces convencionales), (Migaud H, et al 2007). Otro de los problemas comunes es la distribución irregular de las luces en los estanques.

En las especies teleósteas los órganos que participan en la recepción de los estímulos lumínicos son dos: el ojo y la glándula pineal, esta última es el órgano clave de la estimulación de los procesos endocrinos que generan o retrasan la esmoltificación, maduración y crecimiento a través de la hormona melatonina, esta glándula es más sensible que el ojo y responde en forma muy precisa a las longitudes de onda, (Morita 1966)



## 2.2 MARCO TEORICO

### 2.2.1 Importancia de la acuicultura

La contribución de la acuicultura a la pesquería mundial sigue incrementando, la acuicultura continúa dominando a los demás sectores de producción animal en términos de crecimiento, (PRODUCE, 2004). La acuicultura comprende una de las principales fuentes de trabajo, generador de recursos económicos, de divisas por exportación, así como generador de proyectos colaterales; es decir que el desarrollo de la actividad acuícola fomenta el desarrollo de un país, (Correo, 2010).

### 2.2.2 Taxonomía de *Oncorhynchus mykiss*

PHYLUM:	Chordata
SUBPHYLUM:	Vertebrata
CLASE:	Osteichthyces
SUBCLASE:	Actinopterygios
ORDEN:	Salmoniformes
SUBORDEN:	Salmonoidei
FAMILIA:	Salmonidae
SUBFAMILIA:	Salmoninae
GENERO:	Oncorhynchus
ESPECIE:	mykiss
Nombre científico:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común:	Trucha arco iris

(Ecured, 2011).



### 2.2.3 Biología de *Oncorhynchus mykiss*

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de gran importancia comercial, muy pescada y criada en acuicultura. Su hábitat natural se encuentra en aguas a frías, los alevines más pequeños son bentopelágicos, mientras que los juveniles de más edad se vuelven totalmente pelágicos, la dieta de los adultos es generalista, alimentándose de invertebrados, insectos y crustáceos y peces de escaso tamaño, mientras que los alevines se alimentan de zooplancton, (BIOINNOVA).

### 2.2.4 Morfología de *Oncorhynchus mykiss*

Cuerpo de forma alargada, fusiforme con 60-66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 rayos dorsales blandos, 3-4 espinas anales, 8-12 rayos anales blandos, 19 rayos caudales. aleta adiposa presente, usualmente con borde negro, sin tubérculos nupciales, pero ocurren cambios menores en la cabeza, boca y color de los machos desovantes. coloración azul a verde oliva sobre una banda rosada a lo largo de la línea lateral y plateada por debajo de ella. lomo, costados, cabeza y aletas cubiertas con pequeños puntos negros. La coloración varía con el hábitat, tamaño, y condición sexual, (FAO, 2005).

### 2.2.5 Etapas de desarrollo de *Oncorhynchus mykiss*

**Ovas:** Son huevos fecundados que después de un periodo aproximado de 30 días de incubación eclosionan para convertirse en larvas, (Blanco, 2008).

**Larvaje:** Cuando las ovas embrionadas eclosionan emerge la larva, esta posee un saco vitelino con sustancia de reserva, en esta etapa la larva no necesita de una fuente de alimento externa, sino posee adherida una vesícula de reservas alimenticias de la cual se nutre durante los primeros días (Maiz & D.,2010).

**Alevinaje:** Se considera como alevinaje, la etapa que transcurre desde la reabsorción de la vesícula vitelina hasta que los alevines tengan una longitud de 5 cm para posteriormente ser trasladadas a estanques, a este nivel los alevines comienzan a alimentarse de forma



instintiva lo cual permite el crecimiento rápido hasta 1g de peso total (PT) y 1cm de longitud total (LT), y en la culminación de esta etapa comienzan a desaparecer las marcas de alevín; el periodo de alevinaje puede tardar entre 2 y 3 meses dependiendo de los factores ambientales y a la alimentación, (Bastardo et al. 1988).

**Juvenil:** En esta etapa tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos, se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente, (Visita a web Boquerón)

### 2.2.6 Cuidado de los alevinos

El suministrado del alimento en esta etapa, preferiblemente, debe contener 50 % de proteínas y ser racionado en varias proporciones repartidas en 12 comidas por día, también se deben seleccionar los peces por tamaño con el fin de evitar el canibalismo; la manipulación de los alevinos debe ser antes de alimentarlos, el engorde se inicia cuando los alevinos alcanzan una longitud de 7-9 cm y finaliza cuando alcanza una talla comercial, (Mundo pecuario, 2010).

En el engorde de truchas es indispensable la toma de los parámetros físico-químicos del agua en los estanques, principalmente oxígeno disuelto, temperatura y pH, de tal manera que se mantenga en los rangos adecuados para garantizar el buen estado de los peces y un desarrollo óptimo del cultivo (Larenas, *et al* 1998).

### 2.2.7 Tecnología LED

La tecnología LED es una tecnología de uso reciente, fue descubierta en los años 90, ofrece una gran ventaja una de ellas es que se puede seleccionar la longitud de onda precisa para estimular los órganos claves para la generación de cambios fisiológicos, así como también buscar la longitud de onda que pueda tener una buena penetración en el agua.

En las especies teleósteas los órganos que participan en la recepción de los



estímulos lumínicos son dos: el ojo y la glándula pineal, esta última es el órgano clave de la estimulación de los procesos endocrinos que generan o retrasan la esmoltificación, maduración y crecimiento a través de la hormona melatonina, esta glándula es más sensible que el ojo y responde en forma muy precisa a las longitudes de onda, (Morita 1966).

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. Fotoperiodo**

El fotoperiodo es el principal factor medioambiental que controla la actividad fisiológica y es interpretado por el animal por la variación en la secreción de melatonina. El hecho de que su actividad reproductiva sea estacional, conlleva importantes variaciones en sus producciones y crecimiento a lo largo del año.

### **2.3.2. Alimentación en fotoperiodo**

El fotoperiodo puede condicionar la capacidad de visualización del alimento, el uso de la energía deriva de la alimentación e incluso el comportamiento social de los peces en cultivo, lo cual influye en el crecimiento como en la supervivencia.

### **2.3.3. Periodos de luz**

Los periodos de luz natural dependen de factores como la latitud y la altitud, así como la estación del año. El fotoperiodo tiene relación con otras variables como la temperatura, en el medio natural y en sistemas de cultivo, la constante presencia de luz puede producir aumento en la temperatura.

### **2.3.4. Glándula pineal en peces**

La glándula pineal en los peces funciona como órgano fotorreceptor y como glándula endocrina. Posee células fotorreceptoras con un pigmento fotorreceptor que se activa durante la obscuridad dando lugar a trenes de impulsos originados por cambios de potencial de membrana.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La ejecución de este proyecto de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios de Chucuito (CIPBS-Chucuito) de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.



**Figura 1.** Instalaciones del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios de la UNA – PUNO.

#### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó es experimental porque se evaluó el efecto que tiene la variable dependiente (horas de incidencia de luz) sobre la variable independiente (alevinos de *Oncorhynchus mykiss*).



### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. Población:**

Se estableció 900 alevinos para los 6 tratamientos, dos a nivel de grupo control (luz natural) y dos tratamientos con sus respectivas repeticiones (cuatro tratamientos) a diferentes incidencias (luz – oscuridad).

Posterior al acondicionamiento de las artesas se procedió a sembrar 150 alevinos por poza, en la poza 01, 02 y 03 de alevinos nacionales y en las pozas 04, 05 y 06 se sembró 150 alevinos importados en cada una de ellas, los cuales fueron pesados y medidos para así poder denotar la diferencia entre su peso y talla inicial al final de la ejecución de la experimentación.

#### **3.3.2 Muestra:**

La muestra está constituida por 20 alevines de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” por unidad experimental tomados al azar, haciendo un total de 120 alevines en 6 unidades experimentales de acuerdo al diseño de la investigación

### **3.4 MATERIALES**

#### **3.4.1 Material Biológico**

- Alevinos nacionales producidos en el CIPBS Chucuito 450 unidades
- Alevinos importados de la empresa Española Ovapiscis Sa 450 unidades

#### **3.4.2 Material de evaluación**

- Multiparamétrico (oxímetro y termómetro) marca YSI Pro 30
- Ictiómetro
- Balanza analítica
- Libreta de notas
- Cámara fotográfica



### 3.4.3 Material de acondicionamiento

- Madera
- Plástico PVC color negro interno – azul externo.
- Cable eléctrico N° 14 (rollo)
- Temporizador eléctrico
- Mangueras de Leds (color verde)
- Focos (02) de 100 watts (color verde)

### 3.5 METODOLOGÍA POR OBJETIVO ESPECÍFICO

La investigación sobre fotoperiodo se inicia en octubre del 2019 con alevinos nacionales y concluye la experimentación en setiembre del 2020 con el fotoperiodo de alevinos importados de Ovapiscis, cuyos objetivos a desarrollar fueron los siguientes:

#### 3.5.1 Determinar la influencia del fotoperiodo en el crecimiento en peso y longitud de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” nacionales e importadas sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz-oscuridad) y 18:6 (luz-oscuridad).

Para realizar el experimento se acondiciono las pozas los cuales son de 4m de largo por 0.75m de ancho con una profundidad de 0.90m al cual se adecuo una estructura de madera y una cubierta de polietileno de alta densidad de color negro en las partes laterales de la estructura y para el techo se hizo uso de planchas de calamina en cuanto a la instalación de la luz estas fueron protegidas por tubos de PVC de ½ pulgada, los cuales estuvieron conectados a temporizadores eléctricos (110 – 220 voltios – 2A) los que permitieron establecer los periodos de luz requeridos para la experimentación. Se trabajó con seis pozas para realizar la comparación entre las repeticiones.



**Figura 2.** Acondicionamiento de los estanques para ejecutar la investigación.



**Figura 3.** Instalación de luces aéreas y sumergidas.

Por recomendación de informes técnicos (Aqua,Cl., 2014), se hace uso de luz verde que son las más adecuadas para hacer cultivo de alevinos a juveniles, ya que ese color es captado por la glándula pineal y controla la homogeneidad de los grupos referente a los pesos y valores de la enzima ATPasa branquial, generando mejor sobrevivencia cuya aplicación puede ser tanto superficial como sumergida.

**Tabla 1.** Peso y longitud inicial de los alevinos de *Oncorhynchus mykiss*

	<b>Peso promedio</b>	<b>Longitud promedio</b>
<b>Muestra inicial</b>	2.67 gr.	4.85 cm.

Para realizar la ejecución de este proyecto de investigación se utilizó un ictiómetro, una balanza analítica, cubierta de pozas (maderas y plástico), un temporizador, multiparamétrico, cámara fotográfica y una laptop.

Después de la siembra de los alevinos, se inició la alimentación con alimento balanceado Naltech, a partir de ese día se realizó la biometría cada siete días el cual se registraba los resultados y así determinar el crecimiento de la muestra, también se registraron parámetros como temperatura y oxígeno disuelto en horarios de 08:00 y 16:00 horas.

Para esta investigación se empleó un diseño completamente al azar (Steel & Torrie, 1988), aplicando los dos tratamientos de fotoperiodo se trabajó con un grupo de control y dos repeticiones por tratamiento tanto para alevinos nacionales e importados. Para determinar el efecto del fotoperiodo en crecimiento (peso y longitud) se utilizó un análisis de varianza de un factor (ANOVA) con un valor de  $p < 0.05$ . En aquellos casos en los que se observaron diferencias significativas, se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey donde se observó las diferencias significativas entre tratamiento y muestras (alevinos nacionales e importados); todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando un Software SPSS versión 21 para Windows 10.

**Tabla 2.** Diseño de la aplicación de los tratamientos y registro de evaluaciones.

Tratamiento	Fotoperiodo	Especificaciones	Evaluación del medio
TC2 (control)	Luz natural	“trucha arco iris” <i>importados</i> sometidos a luz natural.	Temperatura, oxígeno disuelto.
TF3(Tratamiento fotoperiodo 1)	12:12 (luz: oscuridad)	“trucha arco iris” <i>importados</i> sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz:oscuridad)	Temperatura, oxígeno disuelto.
TF4 (Tratamiento fotoperiodo 2)	18: 6 (luz: oscuridad)	“trucha arco iris” <i>importados</i> sometidos a fotoperiodos de 18: 6 (luz:oscuridad).	Temperatura, oxígeno disuelto.
TC1 (control)	Luz natural	“trucha arco iris” <i>nacional</i> sometidos a luz natural.	Temperatura, oxígeno disuelto.
TF1(Tratamiento fotoperiodo 3)	12:12 (luz: oscuridad)	“trucha arco iris” <i>nacional</i> sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz: oscuridad)	Temperatura, oxígeno disuelto.
TF2 (Tratamiento fotoperiodo 4)	18: 6 (luz: oscuridad)	“trucha arco iris” <i>nacional</i> sometidos a fotoperiodos de 18: 6 (luz: oscuridad).	Temperatura, oxígeno disuelto.

### 3.5.2 Determinar la influencia del fotoperiodo en la supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” nacionales e importados sometidos a fotoperiodos de 12:12 (luz-oscuridad) y 18:6 (luz-oscuridad).

En la realización de este objetivo se trabajó conjuntamente con el primer objetivo planteado; por lo que su ejecución se realizó con las mismas muestras del primer objetivo, en esta segunda parte solo nos enfocamos exclusivamente en determinar la cantidad de alevinos que sobreviven al tratamiento del fotoperiodo.

Para el registro de supervivencia se realizó la revisión visual diaria de las pozas de cultivo de alevinos sometidos a fotoperiodo y alevinos de control, registrando la mortalidad en el cuaderno de incidencias.

El procedimiento que se utilizó para determinar la supervivencia de los alevinos nacionales e importados expresado en (%) observando las diferencias entre tratamiento y muestras; también se utilizó la prueba de ji- cuadrado (chi cuadrado) así poder contrastar las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas a nuestra hipótesis; en todo este proceso se utilizó el Software SPSS versión 21 para Windows 10.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **4.1 INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN EL CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD DE ALEVINOS DE *Oncorhynchus mykiss* “TRUCHA ARCO IRIS” NACIONALES E IMPORTADAS SOMETIDOS A FOTOPERIODOS DE 12:12 (LUZ-OSCURIDAD) Y 18:6 (LUZ-OSCURIDAD).**

En términos generales según (Boeuf y Falcón, 2001), indican que los peces siguen un patrón estacional de crecimiento, que varía en función de la duración del día, en conjunción con este patrón estacional, se observan cambios en la ingesta de alimentos, la digestión y la reproducción, todos están relacionados con los ritmos de comportamiento específicos que se piensa que es controlado por la luz, secretando la hormona melatonina; En tanto (Volkoff et al., 2005), también apoya esta teoría indicando que un largo periodo de luz podría significar que estos peces tienen una mejor eficiencia del uso de proteínas de la dieta debido a la mejora en el proceso digestivo.

Por lo tanto, cabe mencionar que la tasa de consumo de alimento de algunos peces puede estar condicionada por la intensidad de luz a la que los individuos estén expuestos, de esto dependerá el éxito en la captura de la presa y el esfuerzo físico que el pez ejerce en la captura (Wong y Benzie, 2003; Sheng et al., 2006).

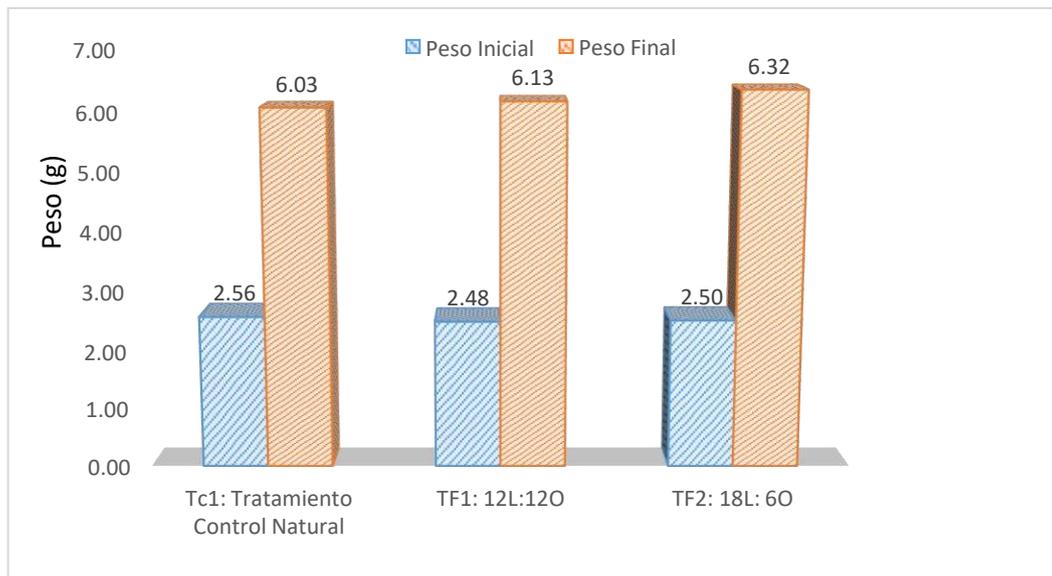
Fotoperiodos largos pueden modificar indirectamente el crecimiento de los peces a través del desarrollo de la masa muscular debido a un aumento de la actividad locomotora (Boeuf y Le Bail, 1999).

Se procesó los datos obtenidos durante 45 días de seguimiento lo que nos permite obtener resultados más confiables y precisos.

La tabla 3 y la figura 4 nos muestra los pesos promedio tanto inicial como final con los tres tratamientos TC1,TF1 y TF2 para alevinos nacionales destacando aquí el tratamiento TF2 (18L:6O) que obtuvo el mayor peso con 6.32g en promedio

**Tabla 3.** Peso promedio (g) de alevinos nacionales de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Alevinos Nacionales		Peso (g)	
Tratamientos	Inicial	Final	
<b>TC1: Tratamiento Control Natural</b>	2.56 ±0.00721 <sup>a</sup>	6.03±0,00723 <sup>a</sup>	
<b>TF1: 12L:12O</b>	2.48±0.00733 <sup>a</sup>	6.13±0.00579 <sup>b</sup>	
<b>TF2: 18L: 6O</b>	2.50±0.01018 <sup>a</sup>	6.32±0.1032 <sup>c</sup>	



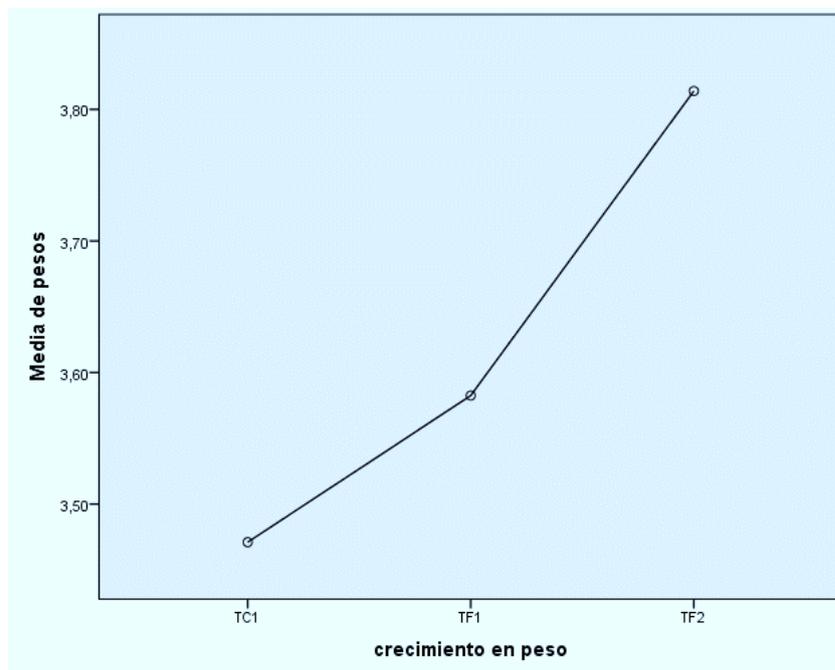
**Figura 4.** Peso promedio (g) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo.

La tabla 4 y la figura 5 nos muestran los valores de crecimiento en peso en alevinos expuestas a los tratamientos con fotoperiodos de 12L: 12O, 18L: 6O y control

natural. En el que mediante el análisis ANOVA el valor de nuestra "F" es de 83,842 y es mayor que el valor crítico de F se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos, por lo que se aplicó la prueba tukey en el que el tratamiento TF2 (18L:6°) se presenta como el mejor tratamiento debido a su mayor crecimiento en peso con 3.81g frente al tratamiento 12L:12O, con 3.58g y el tratamiento control natural con 3.47g. Por lo que, podemos afirmar que los fotoperiodos 12L:12O y 18L:6O, sí influye sobre los valores del peso de alevinos.

**Tabla 4.** Incremento en peso (g) de alevinos nacionales de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Tratamientos	Incremento en peso
<b>TC1: Tratamiento Control Natural</b>	3.47
<b>TF1: 12L:12O</b>	3.58
<b>TF2: 18L: 6O</b>	3.81

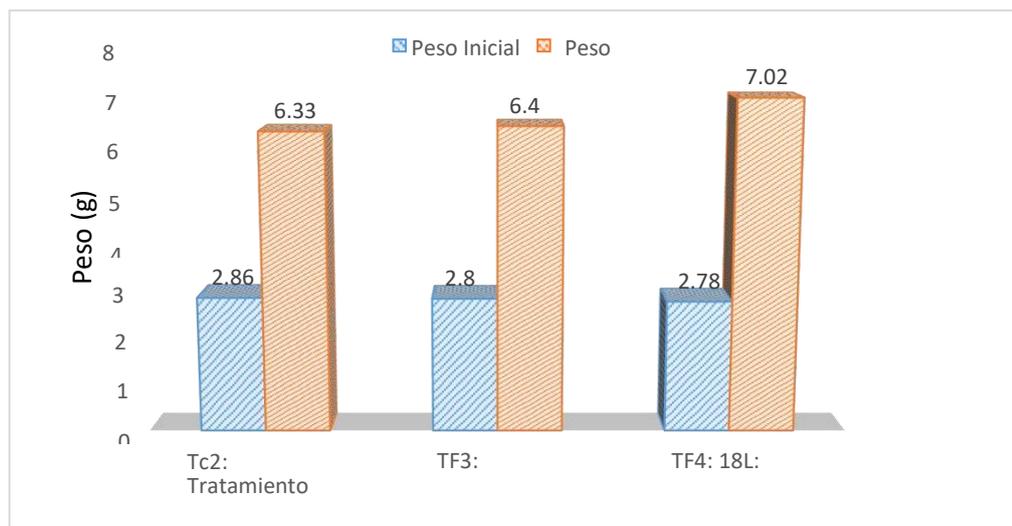


**Figura 5.** Registro de incremento de peso (g) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo.

Para la muestra de los alevinos importados se realizó el mismo procedimiento de análisis de datos, el que se muestra en la tabla 5 y figura 6 en el que se puede observar que en los tratamientos TF3 y TF4 obtuvieron valores por encima del tratamiento control natural (TC2) cual se tiene que el peso medio oscila entre los 3.46g y 4.24g ( $P > 0,05$ ) y se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos (Tc, Tf1, Tf2), destacando de igual manera el tratamiento Tf2 (18 L:6 O) como el mejor tratamiento.

**Tabla 5.** Peso promedio (g) de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Alevinos importados Peso (g)		
Tratamientos	Inicial	Final
<b>TC2: Tratamiento Control Natural</b>	2.86 ±0.00143 <sup>a</sup>	6.33±0,00723 <sup>a</sup>
<b>TF3: 12L:12O</b>	2.84±0.00222 <sup>a</sup>	6.44±0.00579 <sup>b</sup>
<b>TF4: 18L: 6O</b>	2.78±0.00119 <sup>a</sup>	7.02±0.09442 <sup>c</sup>

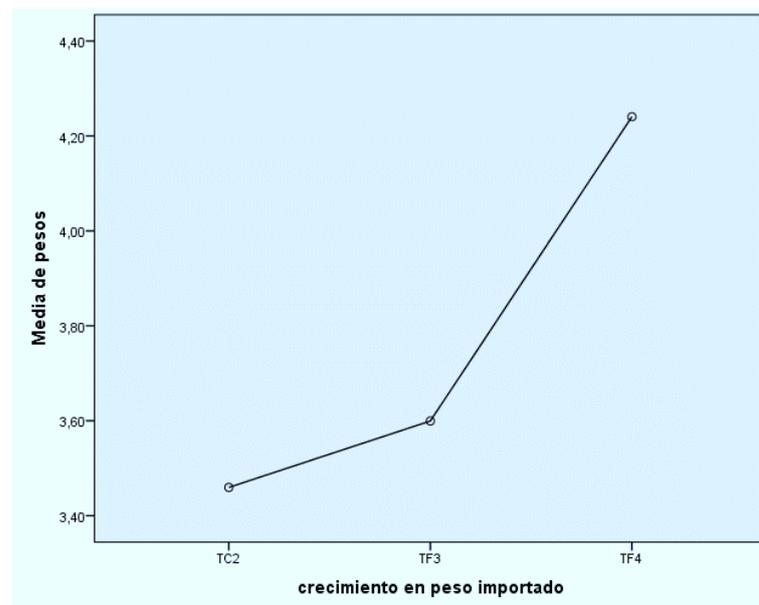


**Figura 6.** Peso promedio (g) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo.

La tabla 6 y figura 7 muestra los valores de crecimiento en peso para alevinos importados con peso medio que oscila entre los 3.46 g y 4.24 g ( $P > 0,05$ ) y se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos (TC2, TF3, TF4), de acuerdo al análisis de varianza aplicado, en el que obtuvo un valor de la F de . 246,401 estando este por encima del valor crítico de F además con el valor de  $p < 0.05$  se confirma que los tratamientos tienen diferencias significativas, se destaca de igual manera el tratamiento TF4 (18 L:6 O) con un crecimiento en peso de 4.24 g siendo este el mejor tratamiento.

**Tabla 6.** Incremento en peso (g) de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Tratamientos	Incremento en peso
<b>TC2: Tratamiento Control Natural</b>	3.46
<b>TF3: 12L:12O</b>	3.60
<b>TF4: 18L: 6O</b>	4.24



**Figura 7.** Registro de incremento de peso (g) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha importada sometidos a fotoperiodo.

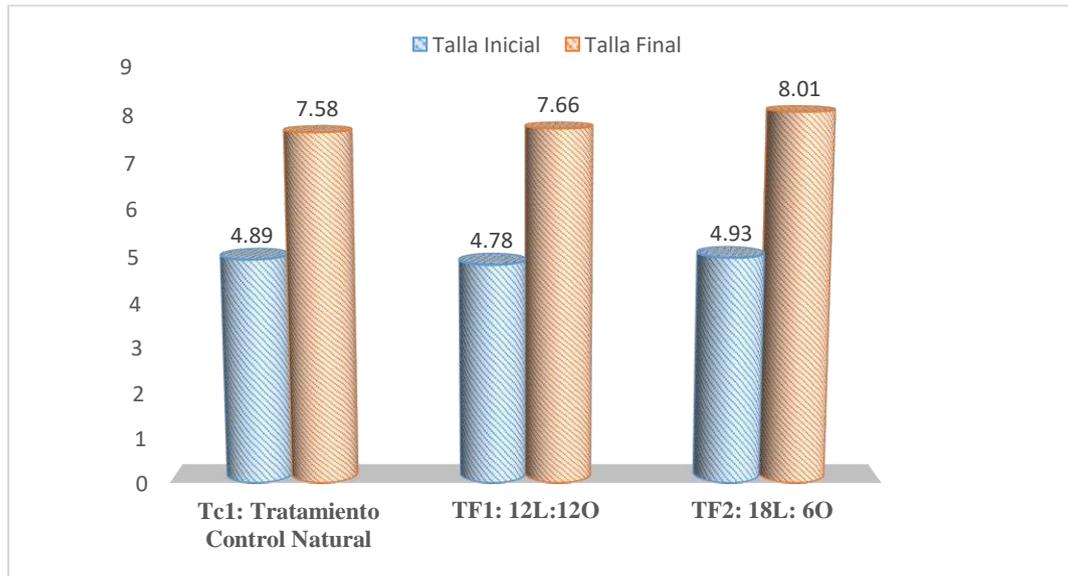
En un estudio realizado en post – alevines de tilapia (Sayed y Kawanna, 2004) mostraron que los post-alevines sometidos a un fotoperiodo largo (18HL: 6HO y 24HL: 00HO) presentaron tasas de crecimiento específico más altos y también mostraron una tendencia de aumento en el crecimiento de alevines de la misma especie, cuando eran sometidos a fotoperiodos de 18HL:06HO y 24HL: 00HO. (Bezerra et al. 2008) también mostraron que la tilapia del Nilo sometida a un fotoperiodo largo (16HL:08HO y 24HL:00HO) poseía mayores tasas de crecimiento y supervivencia a los obtenidos en la presente investigación

La tabla 7 nos muestra algo similar a lo mencionado en los párrafos anteriores ya que el tratamiento fotoperiodo 2 (TF2) siendo este el más largo de los tratamientos aplicados, tiene una mejor talla con 8.01cm en promedio frente a los 7.66 cm de TF1 y 7.58 cm del TC1

**Tabla 7.** Talla promedio (cm) de alevinos nacionales de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.

**Alevinos Nacionales Talla (cm)**

Tratamientos	Inicial	Final
<b>TC1: Tratamiento Control Natural</b>	4.89 ±0.00319 <sup>a</sup>	7.58±0,0223 <sup>a</sup>
<b>TF1: 12L:12O</b>	4.78±0.00297 <sup>a</sup>	7.66±0.0206 <sup>b</sup>
<b>TF2: 18L: 6O</b>	4.93±0.01010 <sup>a</sup>	8.01±0.10340 <sup>c</sup>

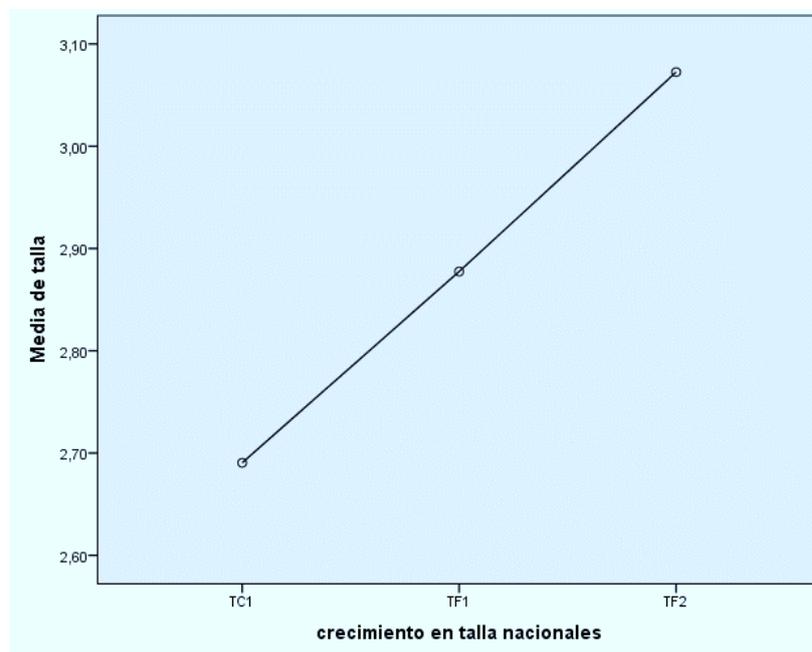


**Figura 8.** Talla promedio (cm) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha Nacional sometido a fotoperiodo.

Se procesó los datos obtenidos del registro de talla mediante el análisis de varianza ANOVA obteniendo un valor de  $F=65,809$  el cual es mayor que el valor crítico de  $F$ , en base a estos resultados se utilizó la prueba Tukey de acuerdo con el registro de incremento en talla de TC1 de 2.69cm, TF1 de 2.88cm y TF2 de 3.07cm ( $P > 0,05$ ) para alevinos nacionales y en el periodo de 45 días obtuvo una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos (TC1, TF1, TF2), en el que destacó en tratamiento TF2 (18 L:6O) como el más adecuado por que ganaron más peso y talla, este resultado se puede contrastar con el estudio realizado por (Bocuf y Falcón, 2001) en alevinos de tilapia estos fueron cultivados con fotoperiodo de 24 horas de luz y cero horas de oscuridad (24HL:00HO) ganaron más peso y talla (11,54 g y 8,92 cm respectivamente) que los peces sometidos a un fotoperiodo natural de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad (12HL:12HO) con 7,71 g y 7,83 cm estos resultados son mostrados en la tabla 8.

**Tabla 8.** Incremento en talla (cm) de alevinos nacionales de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Tratamientos	Incremento en talla
<b>Tc1: Tratamiento Control Natural</b>	2.69
<b>TF1: 12L:12O</b>	2.88
<b>TF2: 18L: 6O</b>	3.07



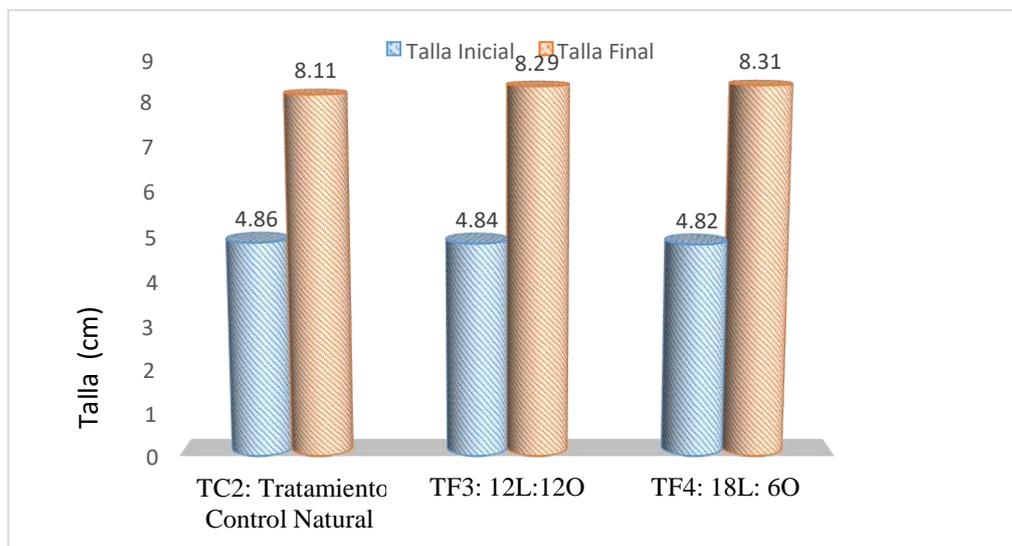
**Figura 9.** Registro de incremento de talla (cm) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha nacional sometido a fotoperiodo.

En la tabla 9 y figura 10 se muestra los resultados de la talla inicial y final de alevinos importados, en el que se logró tener las mejores tallas en el fotoperiodo TF4 con una talla final de 8.31cm, seguida del TF3 (8.29cm) y TC2 (8.11cm) lo que nos indica que fotoperiodos prolongados afectan en forma positiva en el crecimiento en talla de alevinos de *Oncorhynchus mykiss*

**Tabla 9.** Talla promedio (cm) de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss*,

sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo.

Alevinos Importados Talla (cm)		
Tratamientos	Inicial	Final
<b>TC2: Tratamiento Control Natural</b>	4.86 ±0.00217 <sup>a</sup>	8.11±0,0176 <sup>a</sup>
<b>TF3: 12L:12O</b>	4.84±0.00314 <sup>a</sup>	8.29±0.0214 <sup>b</sup>
<b>TF4: 18L: 6O</b>	4.82±0.00258 <sup>a</sup>	8.31±0.0198 <sup>b</sup>



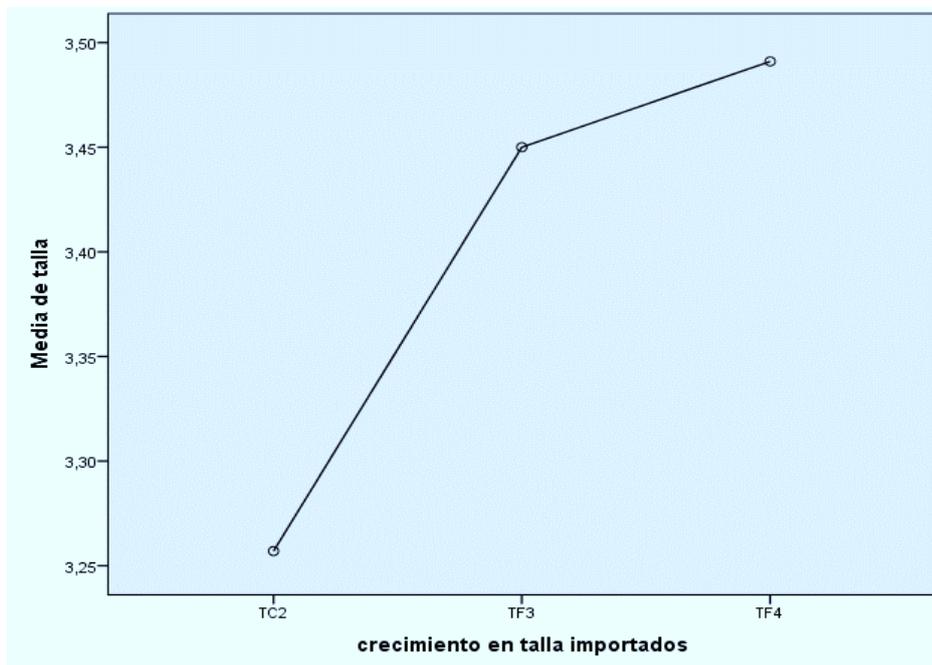
**Figura 10.** Talla promedio (cm) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo.

La tabla 10 y figura 11 nos muestra el crecimiento en talla de alevinos importados sometidos a fotoperiodo y tratamiento control natural a los cuales se les aplico un análisis de varianza para comparar las medias (ANOVA) el cual tuvo como resultado de  $F=37,841$  el que nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos al final del estudio y aplicando la prueba de Tukey, se encuentra los mejores resultados para la variable peso promedio fueron obtenidos en el TF4 (18L: 06O) con 3.49cm de

incremento en talla frente a los 3.45cm de TF3 (12L:12O) y TC2 (Tratamiento control natural) con 3.26 cm. Con esto demostramos el efecto positivo en el crecimiento en talla de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss* debido al aumento de la actividad y visibilidad del alimento (Gines et.al, 2004; Biswas et.al., 2005)

**Tabla 10.** Crecimiento en talla (cm) de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss*, sometidos a diferentes tratamientos de fotoperiodo

Tratamientos	Incremento en talla
<b>TC2: Tratamiento Control Natural</b>	3.26
<b>TF3: 12L:12°</b>	3.45
<b>TF4: 18L: 6°</b>	3,49



**Figura 11.** Registro de incremento de talla (cm) de *Oncorhynchus mykiss*, alevinos de trucha importada sometido a fotoperiodo.

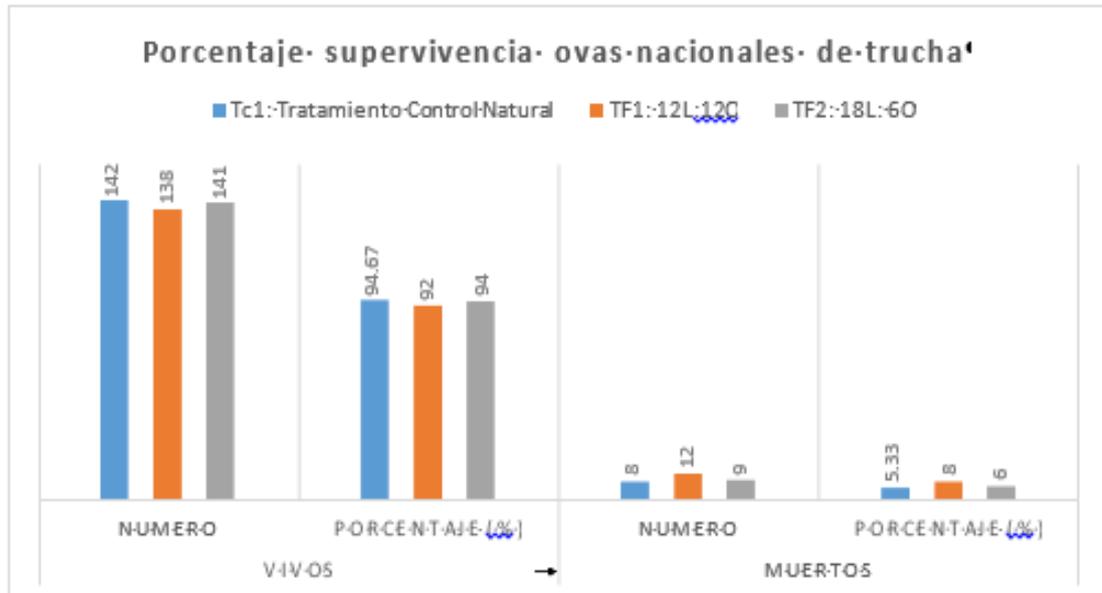
#### 4.2. INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN LA SUPERVIVENCIA DE ALEVINOS DE *ONCORHYNCHUS MYKISS* “TRUCHA ARCO IRIS” NACIONALES E IMPORTADOS SOMETIDOS A FOTOPERIODOS DE 12:12 (LUZ: OSCURIDAD) Y 18: 6 (LUZ: OSCURIDAD).

Uno de los problemas que afecta a los productores truchícolas es la mortalidad que se presenta en la etapa de alevinaje. El experimento se realizó con muestras de alevinos nacionales, se observó que el rango de mortalidad se mantiene en un promedio de 5.3 a 8% debido a que es la etapa más difícil en el desarrollo de la especie; sin embargo, los alevinos importados son apreciados por su crecimiento y calidad cárnica.

Se realizó el seguimiento respectivo para llevar un control de supervivencia en los 90 días de estudio y los datos obtenidos fueron procesados en la prueba Tukey y los resultados son mostrados en la tabla 11.

**Tabla 11.** Porcentaje de supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss*, nacionales

Alevinos Nacionales	Vivos		Muertos		Total	
	Numero	Porcentaje (%)	Numero	Porcentaje (%)	Numero	Porcentaje (%)
<b>Tc1: Tratamiento Control Natural</b>	142	94.67	8	5.33	150	100
<b>TF1: 12L:12O</b>	138	92.00	12	8.00	150	100
<b>TF2: 18L: 6O</b>	141	94.00	9	6.00	150	100

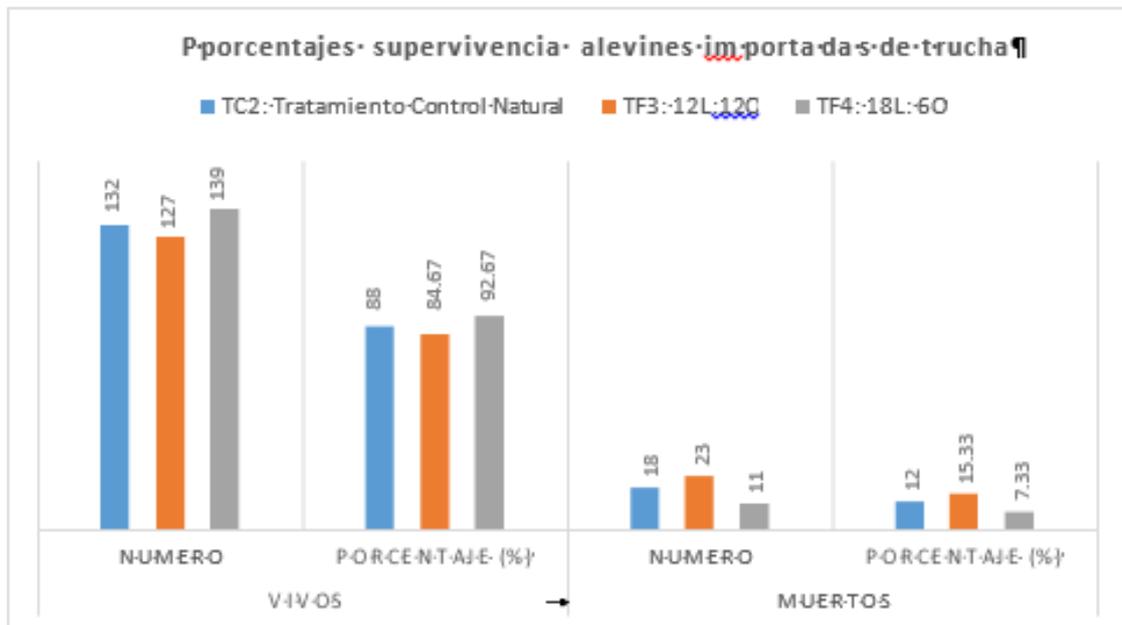


**Figura 12.** Según tratamientos porcentaje de supervivencia de alevinos nacionales de *Oncorhynchus mykiss*.

Se realizó el mismo procedimiento que se hizo para la muestra de alevinos nacionales, los datos obtenidos durante los 45 días de seguimiento de los alevinos importados fueron procesados en la prueba Tukey y los resultados son mostrados en la tabla 12.

**Tabla 12.** Porcentaje de supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* importados.

Alevinos Importados Tratamientos	Vivos		Muertos		Total	
	Numero	Porcentaje (%)	Numero	Porcentaje (%)	Numero	Porcentaje (%)
<b>TC2: Tratamiento Control Natural</b>	132	88.00	18	12.00	150	100
<b>TF3: 12L:12O</b>	127	84.67	23	15.33	150	100
<b>TF4: 18L: 6O</b>	139	92.67	11	7.33	150	100



**Figura 13.** Según tratamientos porcentaje de supervivencia de alevinos importados de *Oncorhynchus mykiss*.

Vera et.al, (2010), manifiesta 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 pez 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), indican que el fotoperiodo influye en la cantidad de alimento ingerido, como la duración del proceso digestivo.

En una revisión realizada por (Boeuf y Le Bail, 1999), fueron los primeros en demostrar que el crecimiento se ve influenciada por el fotoperiodo no sólo al estimular el consumo, sino también por la mejora de la tasa de conversión alimenticia. En tanto (Biswas et al, 2005) demostró que los intervalos largos entre los peces de alimentación durante un fotoperiodo largo y constante pueden permitir una digestión más eficiente. Fotoperiodos largos pueden modificar indirectamente el crecimiento de los peces a través del desarrollo de la masa muscular debido a un aumento de la actividad locomotora (Boeuf y Le Bail, 1999).

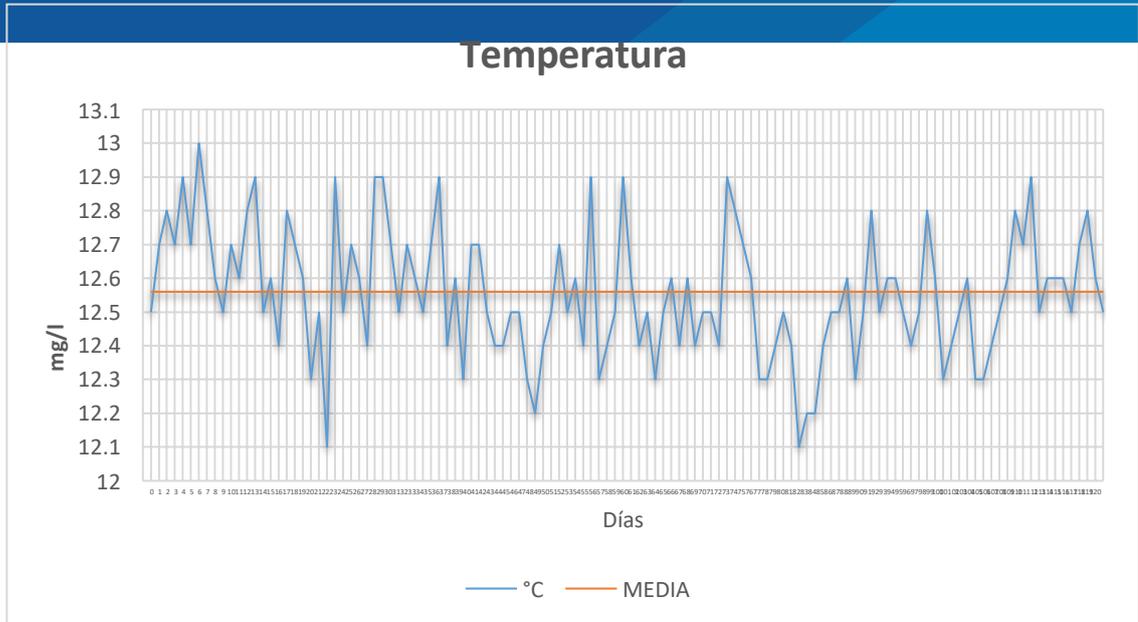


En un estudio realizado por (Appelbaum y Kamler, 2000), a la especie *Clarias gariepinus* (pez gato) reportaron que la constante presencia de luz en estadios tempranos de éste pez generó estrés fisiológico, redujo su crecimiento, incrementó la agresividad de los ejemplares hasta llegar al canibalismo e influyó negativamente en la supervivencia también indican que se registró elevados niveles de lactato y cortisol en el plasma de *Clarias gariepinus* en periodos extendidos de luz y según (Almazán-Rueda et al., 2005) el aumento en los niveles de estas sustancias se debe a la constante actividad locomotriz y el aumento en la conducta agresiva observados en ejemplares en periodos largos de luz. La manipulación del fotoperiodo para mejorar el crecimiento de peces se ha convertido cada vez más común en la producción de varias especies comerciales (Migaudet al., 2004). Sin embargo, recientemente, se ha demostrado que fotoperiodos largos o luz constante tienen un efecto negativo en el desarrollo temprano de algunas especies de peces (Villamizar et al., 2011).

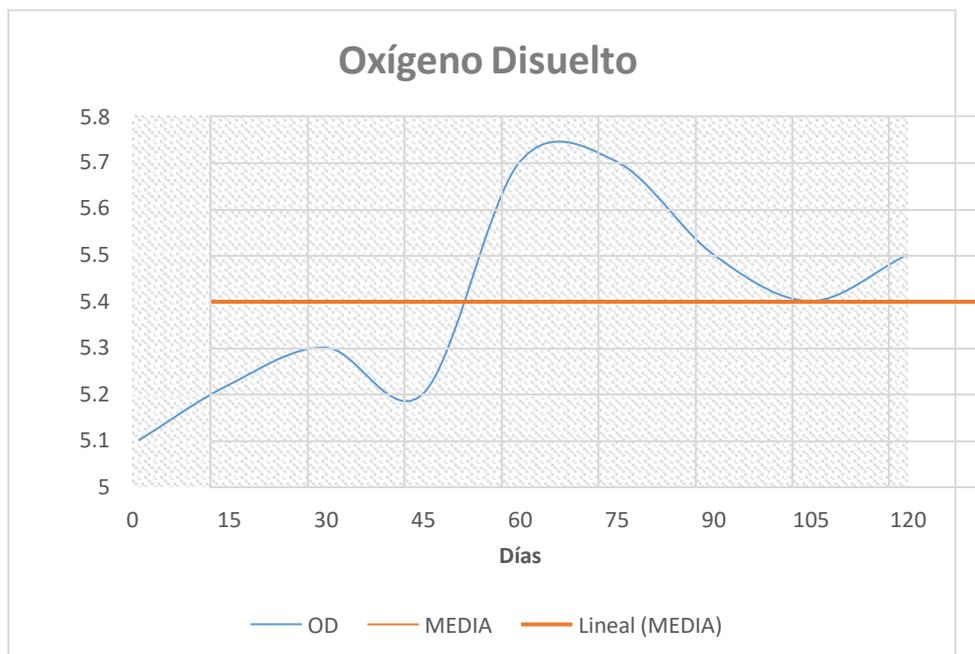
Esta técnica se ha utilizado con éxito para mejorar el crecimiento en una serie de especies de peces (Boeuf y Le Bail 1999; Porter et al, 1995; Biswas et al., 2005). La manipulación del fotoperiodo ha sido de un valor económico para varias industrias de la acuicultura (Kadri et al., 1997), aunque la información relativa a la aplicación de esta técnica sobre las especies acuícolas tropicales es limitada.

#### **4.2.1 Registros de los Parámetros del Recurso Hídrico**

Los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto muestran que no se registró una diferencia significativa entre los tratamientos ya que el recurso hídrico que discurre en CIPBS Chucuito es el mismo para todas las pozas, y por la ubicación de las mismas reciben el agua más fresca; el agua tiene origen recreo denominado Murinlaya.



**Figura 14.** Variación de temperatura del agua (°C), en los tratamientos de fotoperiodo.



**Figura 15.** Variación de Oxígeno disuelto del agua (ppm), en los tratamientos de fotoperiodo.

Los parámetros de calidad de agua obtenidos como temperatura y oxígeno disuelto, repercuten significativamente en el crecimiento de la especie, directamente con la temperatura e inversamente con el oxígeno disuelto, con una temperatura casi estable entre 12°C a 13°C, y un tenor de oxígeno de 5.1 a 5.8 ppm, las condiciones fueron



favorables en nuestro bioensayo, como lo señala (Saavedra, 2006), quien manifiesta que las condiciones estables ambientales garantizan un óptimo crecimiento.

En algunas especies, el aumento de la temperatura y el fotoperiodo conduce a un rápido incremento en la GH (hormona del crecimiento) e IGF-1, que son especialmente potentes estimuladores de crecimiento muscular (Migaud et al., 2004). De acuerdo con Taylor et al. (2007), el alevín de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sometido a un fotoperiodo largo (18HL: 6HO) mostró una estimulación directa en el crecimiento, debido al aumento de los niveles plasmáticos de IGF-1, que en el pez sometido al período de luz natural o 6HL: 18HO de fotoperiodo.

Según (Claude. E, 2018) la temperatura del agua es una variable importante en la acuicultura, pero en la mayoría de los tipos de acuicultura no se puede controlar y depende de la cantidad de radiación solar, la temperatura del aire o de la temperatura del agua que pasa a través de la unidad de cultivo. Los animales acuáticos están fuertemente afectados por la temperatura debido a que es un factor importante que afecta el crecimiento y la supervivencia de todos los organismos.

Claude. E, (2018) indica que la concentración de oxígeno disuelto en el agua en equilibrio con el aire disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua. Esto en sí mismo no es molesto para los peces, ya que responden a la presión o al porcentaje de saturación de oxígeno en el agua. Dos aguas dulces, una a 20 °C que contiene 9,08 mg/L de oxígeno disuelto y la otra a 32 °C que contiene 7,29 mg/L de oxígeno disuelto están ambas saturadas con oxígeno disuelto. Aunque el agua más fría contiene más oxígeno disuelto, ambas están en una saturación del 100 por ciento.



## V. CONCLUSIONES

- a) El crecimiento en peso y talla de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” presentó mejores resultados en alevinos nacionales e importados ( $P>0.05$ ) en el fotoperiodo de 18L: 6O, cuyo incremento de peso y talla de 3,82 gr.; 3,08 cm y 4,24 gr.; 3,49 cm de alevinos nacionales e importados respectivamente, en relación al fotoperiodo 12L:12O y control natural lo que nos indica que fotoperiodos prolongados afectan en forma positiva en el crecimiento en peso y talla de alevines.
- b) La supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris”, fue de 94,67 % en alevinos nacionales, y de 92.67% de alevinos importados, en el mejor tratamiento de 18L:6O; en los diferentes tratamientos de fotoperiodo no existe alteraciones significativas en los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto.



## VI. RECOMENDACIONES

- a) Realizar estudios de investigación con fotoperiodo artificial y fotoperiodo natural a diferentes rangos de luz y oscuridad para poder determinar el rango de fotoperiodo más óptimo.
- b) Desarrollar estudios de investigación con fotoperiodo artificial y fotoperiodo natural cerrando el ciclo de cultivo de la trucha con este estudio se podrá corroborar el efecto positivo que ejerce el fotoperiodo en el crecimiento de la especie y en los parámetros productivos.
- c) Efectuar estudios de investigación de fotoperiodos no solo en cantidad de luz blanca, sino también en calidad de colores como rojo, verde u otro color para comprobar el efecto positivo en el crecimiento somático.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aqua (2014), "Iluminación más eficiente en acuicultura", Revista de pesca y acuicultura, mayo del 2014, volumen N°174, pp.53-56-. Chile.
- Aragón-Flores, E.A., Martínez-Cárdenas, L, Valdez- Hernández, E.F., (2007). Efecto del fotoperiodo en peces de consumo cultivados en distintos tipos de sistemas experimentales, *revistabiociencias.uan.edu.mx*. México.
- Alvarado, H. (1999). Crecimiento y sobrevivencia de la trucha arco iris cultivada en diferentes tipos de estanques y densidades. Centro de Investigaciones del Estado del Táchira, Venezuela. 24(2): 121-129.
- Barlow, C.G., Pearce, M.G., Rodgers, L.J. and Clayton, P. (1995). Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture* 138: 159-168.
- 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.
- Boeuf G y P-Y. Le Bail, (1999). Does light have influences of fish growth? *Aquaculture* 177,129-152.
- Bradshaw, W.E. and Holzapfel, C.M. (2007). Evolution of animal photoperiodism. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 38: 1-25.
- 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.



- Bastardo, H.; Z. Coché y H. Alvarado. (1988). Manual técnico para el cultivo de truchas en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. pp 94- 96
- Bastardo, H. & B, Sofía. (2003). Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero venezolano. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Investigaciones Agrícolas del estado Mérida, Campo Experimental Truchícola La Mucuy. Mérida, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 21(1):17-26.
- Biswas, A.K., Takeuchi, T., (2003). Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. *FisheriesScience* 69, 1010-1016
- Bromage, N, Porter, M. y Randall, C. (2001). La regulación ambiental de la maduración de los peces de piscifactoría con especial referencia a la función del fotoperiodo y la melatonina *Acuicultura* 197: 63-98
- Bergman, E. (1987). Temperature — dependent differences in foraging ability of two percid: pech (*Perca fluviatilis*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuum*). *Env. Biol. Fishes*, 19, 45 — 54,
- Biswas, A.K., Takeuchi, T., (2002). Effects of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*: part II. *Fisheries Science* 68, 543-553.
- Boeuf, G. and Le Bail, P. Y. (1999). Does light have influence on fish growth? *Aquaculture* 177: 129— 152
- Boeuf, G., and J. Falcón, (2001). Photoperiod and growth in fish. *Vie et Milieu* 51: 237-346.



- Ceballos, M. & Velazquez, M. (1988). Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en México. Secretaría de pesca Dirección General de Acuicultura. FAO. Pachuca, Hidalgo. México. 1 -10.
- Compra CF, Boyce D y Brown J.A., (2000) Crecimiento y supervivencia de juveniles de platija amarilla *Pleuronectes ferrugineus* (Storer) bajo diferentes fotoperiodos. *Investigación en Acuicultura* 31,547-552
- Duston, J., and R. L. Saunders. (1999). "Effect of winter food deprivation on growth and sexual maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in sea water." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56(2): 201-207
- Ergun, S., Yigit, M. and Turker, A. (2003). Growth and feed consumption of young rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to different photoperiods. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 55: 132-138.
- Fielder, D.S., Bardsley, W.J., Allan, G.L. and Pankhurst, P.M. (2002). Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture* 211: 135-150.
- Falcon, J.; Besseau, D., Fazzari, J.; Attia, P.; Galidrat, M.; Beauchaud y Boeuf, G. (2003). La melatonina modula la secreción de prolactina hormona crecimiento y por células de la glándula pituitaria de la trucha en la cultura. *Endocrinología* 144: 4648-4658
- Falcón, J., L. Besseau, and G. Boeuf (2007). Molecular and cellular regulation of pineal organ responses, pp. 203-406 in *Sensory Systems Neuroscience. Fish Physiology*, edited by T. Hara and B. Zielinski. Academy PressElsevier, Amsterdam.



- García – López, A.; Sarasquete, C.; Martínez – Rodríguez, 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.
- Gross, W.L., Roelofs, E.W., Fromm, P.O., (1995). Influence of photoperiod on growth of green sunfish, *Lepomis cyanellus*. *J. Fish.Res. Board Can.* 22, 1379— 1386
- Girón Campero, F. (2011). Efecto del fotoperiodo en el crecimiento, supervivencia, consumo de alimento y patrón de pigmentación en larvas del lenguado de California *Paralichthys californicus*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.55 pp.
- 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.
- Jeansen M. (2018). Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en centro de cultivo del Lago Titicaca. Tesis de la Maestría en Sanidad Acuícola de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. 106 p
- Le Bail JC, Laroche T, Marre-Fournier F, Habrioux G. (1998). Aromatase and 17beta-hydroxysteroid dehydrogenase inhibition by flavonoids. *Cancer Lett*; 133(1):101-106.
- Larenas, J.J., Contreras, J., Oyanedel, S., Morales, M.A., Smith, P. (1998). Efecto de la densidad poblacional y temperatura en truchas arco iris(*Oncorhynchus mykiss*) inoculadas con *Piscirickettsia salmonis*.



Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile,  
[www.monografias.com](http://www.monografias.com).

Ortega-Cerrilla, M.E. & A.A. Gómez-Danés. (2006). Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria. *Interciencia*, 3:844-848.

Puvanendran, V. and Brown, J.A. (2002). Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. *Aquaculture* 214: 131-151.

Pittendrigh, C.S., (1965). On the mechanism of the entrainment of a circadian rhythm by light cycles, in *Circadian clocks* (J. Aschoff, editor), Amsterdam, North-Holland, pp. 277-297.

Porter, M., C. Randall, y N. Bromage. (1999). Los efectos de extracción pineal y enucleación en los niveles circulantes de melatonina en Parr salmón del Atlántico. Página 75 en F.

Rad, F., Bozaoglu, S., Gozukara, S.E., Karhan, A. and Kurt, G. (2006). Efectos de diferentes fotoperiodos de día largo en el crecimiento somático y el desarrollo gonadal en tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Acuicultura*, v.255, p.292-300, 2006

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). *ActaScientiarum*, v.24, p.439-443.

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.



- Ruchin, A.B. (2004), Influence of coloured light on growth rate of juveniles of fish. *Fish physiology and Biochemistry*, 30:175-178.
- Reynalte-Tataje, D; Luz, Rk; Meurer, S. Et Al. (2002). Influencia do fotoperiodo sin crecimiento e sobrevivência de Pos-larvas de piracanjuba *Btycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *ActaScientiarum* , v.24, p.439-443.
- Sánchez J.A., J.F. López-Olmeda, B. Blanco-Vives, & F.J. Sánchez-Vázquez. (2009). Effects of feeding schedule on locomotor activity rhythms and stressresponse in sea bream. *Physiology & Behavior*, 98: 125-129.
- Steel, R., & J. Torrie, (1988). *Bioestadística: principios y procedimientos*. 622p. 2ª ed. McGraw-Hill, México.
- Sumpter, J.P. (1990). Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences, 13-31. En: Munro, A., A. Scott y T.J. Lam (Eds.). Editorial CRC, Florida. 241p
- Simensen, M.L., Jonassen, T.M., Imsland, A.K. and Stefansson, S. (2000). Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlan- tic halibut (*Hippoglossus hipoglossus L.*) *Aquaculture* 190: 119-128.
- 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.
- 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. *AquacultureResearch*33: 177-187.
- Thorpe, J.E. (1978). *Rhythmic Activity of Fishes*. J.E. Thorpe, ed. London. Academic Press



- 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.
- 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

## WEBGRAFIA.

- Gestión, D. (2018, Mayo 5). *gestión .pe*. Retrieved from *gestión .pe*:  
<https://gestion.pe/economia/produccion-nacional-trucha-crecio-678-10-anos-234898-noticia/>
- Henry, N. A. (2016). *Evaluacion del fotoperiodo en el crecimiento y parametros productivos del cultivo de alevines de tilapia nilotica Oreochromis Niloticus*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Maiz, A. V., & D. (2010). Elementos prácticos para la cria de truchas en Venezuela. In A. V. MAiz, & D., *Elementos prácticos para la cria de truchas en Venezuela*. Venezuela: Mundo Pecuario.
- <https://gestion.pe/economia/produccion-nacional-trucha-crecio-678-10-anos-234898-noticia/>
- [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua\\_trucha\\_j](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua_trucha_j)



aulas.pdf

<https://diariocorreo.pe/peru/trucha-para-el-mundo-288738/?ref=dcr>

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/yapuchura\\_s\\_a/cap\\_2.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/yapuchura_s_a/cap_2.htm)

<https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/anatomia-oncorhynchus-mykiss/>

[https://www.ecured.cu/index.php?title=Trucha\\_arcoiris&action=info](https://www.ecured.cu/index.php?title=Trucha_arcoiris&action=info)

<https://es.calameo.com/read/0031453045642ef79537b>

<https://trucheraboqueron.jimdofree.com/la-trucha-arco-iris/>

<http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2584>



## ANEXOS

### Anexo 1. Constancia de ejecución de trabajo de investigación

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS** 

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIENES Y  
SERVICIOS – CHUCUITO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL ALTIPLANO – PUNO.



**CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe, Director del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios – Chucuito de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

**HACE CONSTAR. -**

Que, el Sr. **JOSE LUIS TALAVERA HERRERA**, identificado con DNI N° 01340234 ha ejecutado su trabajo de investigación intitulado "Evaluación del crecimiento y supervivencia de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* Trucha arco Iris, nacional e importado por efectos del fotoperiodo." realizado en el Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios – Chucuito – Puno, sede central, durante los meses de octubre del 2019 a setiembre del 2020.

Se expide la siguiente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 13 de diciembre del 2020.

  
  
Ing. N. Sc. **Edwin J. Urina Rojas**  
**DIRECTOR**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN  
DE BIENES Y SERVICIOS CHUCUITO

### Anexo 2.- Análisis de varianza crecimiento en peso de *Oncorhynchus mykiss* nacionales

ANOVA					
pesos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,224	2	,612	83,842	,000
Dentro de grupos	,416	57	,007		
Total	1,641	59			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: pesos

	(I) crecimiento en peso	(J) crecimiento en peso	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	TC1	TF1	-,11150	,02702	,000	-,1765	-,0465
		TF2	-,34300	,02702	,000	-,4080	-,2780
	TF1	TC1	,11150	,02702	,000	,0465	,1765
		TF2	-,23150	,02702	,000	-,2965	-,1665
	TF2	TC1	,34300	,02702	,000	,2780	,4080
		TF1	,23150	,02702	,000	,1665	,2965

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Anexo 3.- Análisis de varianza crecimiento en peso de *Oncorhynchus mykiss* importadas

ANOVA					
pesos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,936	2	3,468	246,401	,000
Dentro de grupos	,802	57	,014		
Total	7,739	59			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: pesos

	(I) crecimiento en peso importado	(J) crecimiento en peso importado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	TC2	TF3	-,14000	,03752	,001	-,2303	-,0497
		TF4	-,78100	,03752	,000	-,8713	-,6907
	TF3	TC2	,14000	,03752	,001	,0497	,2303
		TF4	-,64100	,03752	,000	-,7313	-,5507
	TF4	TC2	,78100	,03752	,000	,6907	,8713



TF3	,64100	,03752	,000	,5507	,7313
-----	--------	--------	------	-------	-------

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

#### Anexo 4.- Análisis de varianza crecimiento en talla de *Oncorhynchus mykiss* nacionales

ANOVA					
talla	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,459	2	,730	65,809	,000
Dentro de grupos	,632	57	,011		
Total	2,091	59			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: talla

	(I) crecimiento en talla nacionales	(J) crecimiento en talla nacionales	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	TC1	TF1	-,18700	,03330	,000	-,2671	-,1069
		TF2	-,38200	,03330	,000	-,4621	-,3019
	TF1	TC1	,18700	,03330	,000	,1069	,2671
		TF2	-,19500	,03330	,000	-,2751	-,1149
	TF2	TC1	,38200	,03330	,000	,3019	,4621
		TF1	,19500	,03330	,000	,1149	,2751

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

#### Anexo 5.- Análisis de varianza crecimiento en talla de *Oncorhynchus mykiss* nacionales

ANOVA					
talla	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,625	2	,312	37,841	,000
Dentro de grupos	,470	57	,008		
Total	1,095	59			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: talla

	(I) crecimiento en talla importados	(J) crecimiento en talla importados	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	TC2	TF3	-,19300	,02873	,000	-,2621	-,1239
		TF4	-,23400	,02873	,000	-,3031	-,1649
	TF3	TC2	,19300	,02873	,000	,1239	,2621



	TF4	-,04100	,02873	,334	-,1101	,0281
TF4	TC2	,23400	,02873	,000	,1649	,3031
	TF3	,04100	,02873	,334	-,0281	,1101

**\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.**