

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LA SATURACIÓN DE OXÍGENO EN LOS CULTIVOS DE  
TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)

AUTOR. ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ

PERIODO DE EJECUCION: DEL 01 DE AGOSTO DEL 2017 AL 30 DE JULIO DEL 2019

Resolución de aprobación N° 764-2017-R

CALLAO, 2019

PERU

# I. ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS .....	2
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	3
INDICE DE FIGURAS .....	4
II. RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
III. INTRODUCCIÓN.....	7
IV. MARCO TEÓRICO.....	9
4.1. Antecedentes .....	9
4.2. Marco teórico.....	11
V. MATERIAL y MÉTODOS .....	15
5.1. Materiales y equipos.....	15
5.2. Población y muestra .....	15
5.3. Las técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos.....	15
Tipo y diseño de la investigación .....	15
Diseño experimental .....	16
Modelo Estadístico .....	16
Metodología: .....	17
5.4 Análisis y procesamiento de datos.....	21
VI. RESULTADOS .....	22
6.1. Ganancia de peso de los peces.....	22
6.2. Ganancia de talla (longitud).....	26
6.3. Tasa de crecimiento .....	28
6.4 La tasa de crecimiento o ganancia de peso en gramos /día (g/día):.....	29
6.5. Calculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC).....	31
VII. DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIONES .....	37
VIII. REFERENCIALES .....	38
IX. APENDICES.....	42
APÉNDICE N° 1.....	42
APENDICE N° 2.....	43
APENDICE N° 3.....	44
APENDICE N°4 .....	45
X. ANEXO.....	46



## ÍNDICE DE TABLAS

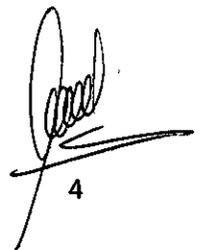
Tabla N° 4.1	Efectos de las concentraciones de oxígeno sobre las Tilapias.....	14
Tabla N° 5.1	Fórmula experimental.....	18
Tabla N° 6.1	Pesos iniciales y finales, promedio (g) de Tilapias, por tratamiento .....	23
Tabla N° 6.2	Tabla de distribución de frecuencia de peces por peso (T = 1) .....	24
Tabla N° 6.3	Distribución de Frecuencia de peces por peso (g) T = 1 = 60% .....	25
Tabla N° 6.4	Distribución de Frecuencia de peces por peso (en gramos) T = 2 = 80% .....	26
Tabla N° 6.5	Valores de longitudes iniciales y finales promedio (en gramos) .....	27
Tabla N° 6.6	Cálculo de la ganancia de pesos promedios por tratamientos (de T1 hasta T4) .....	28
Tabla N° 6.7	Ganancia de peso promedio, en g/día de Tilapias .....	29
Tabla N° 6.8	Valores de factor de conversión Alimentaria .....	31
Tabla N° 6.9	Valores del coeficiente térmico de crecimiento (CTC) de Tilapia en los tratamientos .....	32
Tabla N° 6.10	Valores de los parámetros físicos – químicos de los cultivos de Tilapia en los tratamientos .....	33

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 6.1	Valores promedios de pesos en gramos de Tilapia por tratamiento, por días.....	24
Gráfica N° 6.2	Tabla de distribución de frecuencias de número de peces por peso, T=1 = 60% .....	25
Gráfica N° 6.3	Tabla de distribución de frecuencias de número de peces por peso, T=2 = 80% .....	25
Gráfica N° 6.4	Tabla de distribución de frecuencias de número de peces por peso, T=3 = 100% .....	26
Gráfica N° 6.5	Tabla de distribución de frecuencias de número de peces por peso, T=4 = 120% .....	27
Gráfica N° 6.6	Valores promedio de longitud de peces (cm) por tratamiento. ....	28
Gráfica N° 6.7	Promedio de ganancias de peso g/día de los peces por tratamiento .....	30
Gráfica N° 6.8	Valores promedio del factor de conversión alimentaria por tratamiento de Tilapia .....	31
Gráfica N° 6.9	Coeficiente térmico de crecimiento de la Tilapia .....	33
Gráfica N°6.10	Variación promedio de temperatura por tratamiento por días .....	34
Gráfica N°6.11	Valores promedio mensual del amonio mg/L por tratamiento .....	34
Gráfica N°6.12	Valores promedio mensual de los nitritos mg/L por tratamiento .....	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 5.1	Instalación de los tanques experimentales .....	19
Figura N° 5.2	Tilapias en los tanques de cultivo .....	19
Figura N° 5.3	Alimentación de Tilapias .....	20
Figura N° 5.4	Medición de temperatura, oxígeno y pH en los tanques de cultivo .....	20
Figura N° 5.5	Medición de parámetros nitrogenados (NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> )	21
Figura N° 5.6	Mediciones biométricas de las Tilapias .....	21

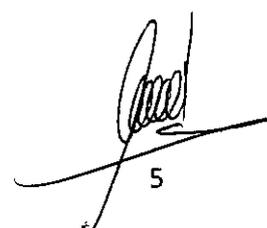


4

## II.RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo investigar los efectos de la saturación del oxígeno en los cultivos de tilapias sobre la ganancia de peso, tasa de crecimiento, factor de conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento. El experimento se basó en 4 tratamientos con 4 niveles de saturación ( T1= 60%, T2=80%, T3=100%, y T4= 120% de saturación de oxígeno) con 3 repeticiones cada tratamiento, haciendo un total de 12 unidades experimentales , La densidad de peces se mantuvo en 80 peces por cada tratamiento, el caudal de agua en la entrada de cada tanque fue de 1000 L/h, la temperatura del agua se mantuvo de 23,5 a 24,5 °C; el pH de 7,23 a 7,25; el amonio de 0,21 a 0,28 mg/L; los nitritos de 0,28 a 0,38 mg/L. Se acondicionó 80 peces con peso promedio de 0,20 g por cada tanque, y se les alimentó al inicio con una tasa alimentaria del 20% del peso corporal por día finalizando con un 4% / día. Se midieron el peso y la talla cada 15 días durante 180 días, obteniéndose los siguientes resultados de pesos finales; T1=119.3±4.29, T2 = 151.32±4.06 T3 = 175.87±5.35 T4 =157.67±5.33 gramos respectivamente encontrándose diferencia significativa ( $P<0,05$ ) de mayor peso final entre el T 3 (100%) y el T1 (60%), pero no así los T2 y T4 (80 y 120%). La tasa de crecimiento (g/día), mostró diferencia significativa ( $p<0,05$ ) entre el tratamiento T3 (100 %) de 2,13±0.16 y el T1 de 1,23±0.23 g/día respectivamente y pero no con los tratamientos T2 y T4.El factor de conversión alimentaria mostró diferencia significativa ( $p<0,05$ ) entre el tratamiento T3 (1,17) mejor que el tratamiento T1 (1,83). Los tratamientos T 2 y T4 no mostraron diferencia significativa pero si un menor valor que el T 3. El coeficiente térmico de crecimiento también el tratamiento T3 fue mejor que los demás tratamientos. Concluyéndose que para lograr mejores parámetros productivos en el cultivo de tilapia la saturación debe estar en 100%, valores menores o superiores a este disminuye su tasa de crecimiento

**Palabras Claves: Saturación, oxígeno, conversión alimentaria, coeficiente térmico**

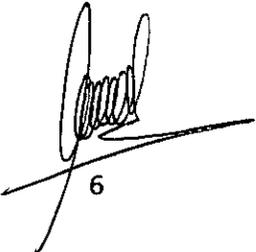


5

## ABSTRACT

The present study was developed to investigate the effects of oxygen saturation in tilapia cultures on weight gain, growth rate, feed conversion factor and thermal growth coefficient. The experiment was based on 4 treatments with 4 levels of saturation (T1 = 60%, T2 = 80%, T3 = 100, and T4 = 120% of oxygen saturations) with 3 repetitions each treatment, making a total of 12 experimental units, The density of fish was maintained in 80 fish for each treatment, the water flow at the inlet of each tank was 1000 L / h, the water temperature remained from 23.5 to 24.5 °C; the pH from 7.23 to 7.25; ammonium from 0.21 to 0.28 mg / L; the nitrites from 0.28 to 0.38 mg / L. 80 fish with an average weight of 0.20 g were conditioned for each tank, and they were fed initially with a feed rate of 20% of body weight per day ending at 4% / day. Weight and height were measured every 15 days for 180 days, obtaining the following results of final weights; T1 = 119.3 ± 4.29, T2 = 151.32 ± 4.06 T3 = 175.87 ± 5.35 T4 = 157.67 ± 5.33 grams respectively, finding a significant difference (P <0.05) of greater final weight between T 3 (100%) and T1 (60 %), but not so the T2 and T4 (80 and 120%). The growth rate (g / day) showed a significant difference (p <0.05) between treatment T3 (100%.) Of 2.13 ± 0.16 and T1 of 1.23 ± 0.23 g / day respectively, but not with treatments T2 and T4. The food conversion factor showed significant difference (p <0.05) between treatment T3 (1.17) better than treatment T1 (1.83). The treatments T 2 and T4 showed no significant difference but a lower value than the T 3. The thermal coefficient of growth also the T3 treatment was better than the other treatments. Concluding that to achieve better productive parameters in the culture of tilapia saturation must be 100%, values lower or higher than this decreases its growth rate.

Key Words: Saturation, oxygen, feed conversion, thermal coefficient



6

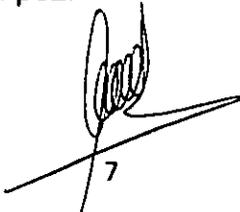
### III.INTRODUCCIÓN.

El oxígeno es un factor muy importante en los procesos de respiración y metabolismo en cualquier animal. En los peces, la tasa metabólica es muy afectada por la saturación y concentración de oxígeno en el ambiente de cultivo. A medida que la concentración de oxígeno disuelto disminuye, la respiración y las actividades de alimentación también disminuyen. Como resultado la tasa de crecimiento se reduce y la posibilidad de un ataque de enfermedad se incrementa. Sin embargo, el pez no es capaz de asimilar los alimentos consumidos cuando la demanda de oxígeno (DO) es baja. La disponibilidad de oxígeno en el agua de crianza es el parametro más importante de calidad del agua en acuicultura (Timmons et al., 2001).

El nivel de oxígeno recomendado en acuicultura se expresa a menudo en unidades de concentración de oxígeno generalmente como  $\text{mg.L}^{-1}$ , Sin embargo puede ser más apropiado expresar los niveles mínimos de oxígeno en términos de la presión parcial de oxígeno, o como saturación de oxígeno que es una función directa de la presión parcial, ya que la difusión de oxígeno desde el agua a través de los epitelios branquiales y en la sangre es conducida por el gradiente de presión parcial para el oxígeno (Gilmour, 1997).

La salud en general y las condiciones fisiológicas son mejores si el oxígeno disuelto se mantiene más cerca de la saturación. Cuando los niveles son inferiores a los mencionados anteriormente, el crecimiento del pez puede ser muy afectado por un aumento en el estrés, la hipoxia tisular, y una disminución de las actividades de natación y la reducción de la inmunidad a las enfermedades.

Sin embargo, existe la necesidad de mantener el nivel de oxígeno disuelto a nivel de saturación que no afecte sus actividades fisiológicas o metabólicas, de modo que tenga una alta producción en cualquier sistema de cultivo (Wedemeyer 1998). Más que eso, uno tiene que tener presente que el requisito del nivel del oxígeno depende de la especie, pero también en tamaño y actividad del pez.



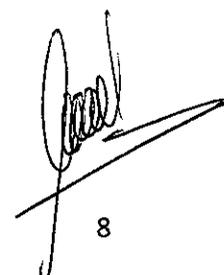
7

Varios estudios han investigado la relación entre la saturación de oxígeno y la ingesta de alimentos de peces. Randolph y Clemens (1996) encontraron que los patrones de alimentación del bagre de canal variaron con la temperatura y la disponibilidad de oxígeno. Cuando el contenido de oxígeno cae por debajo del 59% el pez comienza a perder su apetito. En acuicultura intensiva de muchas. Especies, ahora es común oxigenar el agua para aumentar la biomasa y producción (Olsvik et al., 2006). La medición del consumo de oxígeno es una forma indirecta de estimar el metabolismo en peces. (Pichavant et al., 2001).

Los peces utilizan el oxígeno para convertir el alimento en energía y biomasa. Dependiendo de la especie, el pez requiere una concentración mínima de OD, aproximadamente 5,0 mg.L-1 (especies de aguas cálidas) a 7,0 mg.L-1 (especies de agua fría), (Pillay y Kutty, citados por Molleda 2007). Hollingsworth et al. (2006) sostienen que si se prevén que los niveles de oxígeno lleguen a valores menores a 3 mg.L-1, es necesario encender los sistemas de aeración de emergencia o suplementaria.

En este sentido es necesario conocer el porcentaje de la saturación del oxígeno en el agua, con el cual obtendremos mayor crecimiento y productividad en los criaderos de tilapia. ¿Con que porcentajes de saturación de oxígeno en el agua se tendrá una mejor ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento, en el cultivo tilapia nilotica?

El objetivo de la presente investigación es determinar relación entre los porcentajes de saturación de oxígeno en el agua y ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento en tilapia nilòtica *Oreochromis niloticus*.



8

## IV. MARCO TEÓRICO

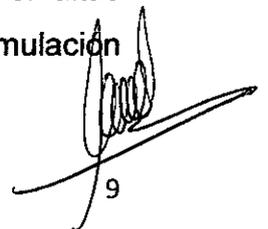
### 4.1 Antecedentes

Arnpór Gústavsson , Yovita Mallya et,al (2010), investigadores del Centro Nacional de Piscicultura, división de pesca (Canadá, 2017), realizaron un estudio sobre Los efectos del oxígeno disuelto en halibut del atlántico de 20-50 g de peso a diferentes niveles de saturación de oxígeno del 60%, 80%, 100%, 120% y 140% sobre el crecimiento y la conversión de la alimentación . Los resultados mostraron que el nivel de saturación de oxígeno tuvo un efecto positivo en el crecimiento y la tasa de conversión de la alimentación cuando se estableció en 80% -120% de saturación. Al 140%, el crecimiento fue ligeramente menor y la tasa de conversión de la alimentación fue mayor al 60% y al 140% en comparación con los otros grupos.

La conclusión fue que el nivel de saturación de oxígeno tiene un efecto sobre el crecimiento y la relación de conversión de alimento de los peces, y en el caso del halibut atlántico, la tasa de crecimiento es mayor cuando el nivel de oxígeno está entre 80% y 120%. La relación de conversión de la alimentación para el halibut fue inferior al 120% de saturación de oxígeno. .

(J. Person-Le Ruyet\*, 2002), Investigo sobre efectos de la sobresaturación de O<sub>2</sub> en el metabolismo y el crecimiento del rodaballo juvenil (*Scophthalmus maximus* L.), cuando los peces se criaron durante 30 días en agua que contenía oxígeno (O<sub>2</sub>) al 147% o 223% de saturación de aire, no hubo diferencias significativas en la ingesta de alimentos, el crecimiento, la conversión de alimentos o utilización de proteínas en comparación con los peces expuestos a la normoxia (100% de saturación de aire en la salida de agua). La exposición a la hiperoxia resultó en un aumento de la deposición de grasa corporal. Tasas diarias de consumo de O<sub>2</sub> de los peces en reposo no se vieron afectados por las concentraciones de O<sub>2</sub>, y no hubo diferencias significativas en las tasas de excreción nitrogenada entre peces expuestos a las diferentes concentraciones de O<sub>2</sub> .

En muchas instalaciones acuícolas modernas, los peces se crían en altas densidades, lo que requiere un tratamiento con agua para limitar la acumulación



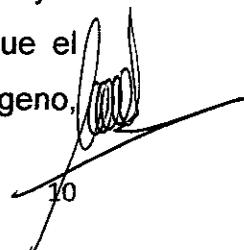
9

De desechos metabólicos y reducir el riesgo de agotamiento de oxígeno. La suplementación con oxígeno puede aumentar la capacidad de carga de una piscifactoría y los sistemas de suplementación de O<sub>2</sub> se instalan en muchas piscifactorías marinas y de agua dulce terrestres. Sin embargo, se sabe muy poco acerca de los efectos biológicos a largo plazo que se producen cuando los peces están expuestos a aguas supersaturadas con O<sub>2</sub>. . (J. Person-Le Ruyet\*, 2002).

Sotomayor, Carlos; en su tesis "Análisis de la dinámica del oxígeno y el amonio en un sistema de recirculación con agua de mar, para el cultivo experimental de peces" Presentado para optar el título de: Ingeniero Pesquero 2016 UNALM. El autor menciona que el promedio total de las concentraciones durante el experimento fueron: en la entrada de los tanques de cultivo 6.78 mg.L<sup>-1</sup> equivalente a un 98.43 % de saturación, a la salida de los tanques de cultivo la concentración promedio fue de 6.53 mg.L<sup>-1</sup> (94.71 % saturación), a la salida del sedimentador se encontró una concentración promedio de 6.48 mg.L<sup>-1</sup> (94.09 % saturación), y a la salida del biofiltro se encontró un promedio de 6.51 mg.L<sup>-1</sup> de OD lo que reveló un porcentaje de saturación de 94.51 %.

Los peces utilizan el oxígeno para convertir el alimento en energía y biomasa. Dependiendo de la especie, el pez requiere una concentración mínima de OD, aproximadamente 5,0 mg.L<sup>-1</sup> (especies de aguas cálidas) a 7,0 mg.L<sup>-1</sup> (especies de agua fría), (Pillay y Kutty, citados por Molleda 2007). Hollingsworth et al. (2006) sostienen que si se prevén que los niveles de oxígeno lleguen a valores menores a 3 mg.L<sup>-1</sup>, es necesario encender los sistemas de aeración de emergencia o suplementaria.

Es importante mencionar que el oxígeno en forma de gas tiene muy baja solubilidad, pero se puede predecir su concentración mediante la temperatura y la salinidad. De esta afirmación, Mallya (2007) sostiene que se puede mantener menos oxígeno al cien por ciento de saturación de aire en agua de mar caliente, sucediendo lo contrario en agua dulce fría, donde se encuentra mayor disponibilidad de oxígeno al cien por ciento de saturación. Mientras que el contenido de oxígeno del agua establece la disponibilidad absoluta de oxígeno,



10

es la gradiente de presión parcial de oxígeno la que determina la rapidez con que el oxígeno puede pasar del agua a la sangre de los peces para apoyar su tasa metabólica. Esto se debe a que el oxígeno se desplaza por difusión a través de las branquias de los peces.

En este contexto Malliya (2007) recomienda los siguientes requisitos mínimos de oxígeno disuelto:

- Peces de agua fría - 6 mg.L-1 (70% de saturación)
- Peces agua dulce tropical - 5 mg.L-1 (80% de saturación)
- Peces marinos tropicales - 5 mg.L-1 (75% de saturación)

#### 4.2 Marco teórico

El oxígeno es importante en los procesos de respiración y metabolismo en cualquier animal. En los peces, la tasa metabólica se ve muy afectada por la concentración de oxígeno en el ambiente de crianza. A medida que disminuye la concentración de oxígeno disuelto, también disminuyen las actividades de respiración y alimentación. Como resultado, se reduce la tasa de crecimiento y aumenta la posibilidad de un ataque de la enfermedad. Sin embargo, el pez no puede asimilar los alimentos consumidos cuando el DO es bajo (Tom 1998).

Si bien el medio ambiente de los peces de la acuicultura es un sistema complejo, que consta de varias variables de calidad del agua, solo algunas de ellas desempeñan un papel decisivo. Los parámetros críticos son la temperatura, los sólidos suspendidos y las concentraciones de oxígeno disuelto, amoníaco, nitrito, dióxido de carbono y alcalinidad. Sin embargo, el oxígeno disuelto es el parámetro más importante y crítico, que requiere un monitoreo continuo en los sistemas de producción acuícola. Esto se debe al hecho de que el metabolismo aeróbico de los peces requiere oxígeno disuelto (Timmons et al. 2001).

Efectos del nivel de oxígeno en el crecimiento y los índices de conversión alimenticia de los peces. La producción exitosa de peces depende de un buen manejo del oxígeno. El oxígeno es esencial para la supervivencia (respiración) de los peces, para mantener peces y bacterias saludables que descomponen los desechos producidos por los peces y para satisfacer la demanda biológica de oxígeno (DBO) dentro del sistema de cultivo. Los niveles de oxígeno disuelto

pueden afectar la respiración de los peces, así como la toxicidad de amoníaco y nitrito. Cuando el nivel de oxígeno se mantiene cerca de la saturación o incluso a una súper saturación en todo momento, aumentará las tasas de crecimiento, reducirá la tasa de conversión de alimentos y aumentará la producción general de pescado. (Arnpór Gústavsson ,et, al. 2010)

La salud general y las condiciones fisiológicas son mejores si el oxígeno disuelto se mantiene más cerca de la saturación. Cuando los niveles son más bajos que los mencionados anteriormente, el crecimiento de los peces puede verse muy afectado por el aumento del estrés, la hipoxia tisular y la disminución de las actividades de natación y la reducción de la inmunidad a las enfermedades..

La deficiencia de oxígeno causa asfixia y los peces morirán, dependiendo de los requerimientos de oxígeno de la especie y, en menor medida, de su tasa de adaptación. Los peces expuestos a agua deficiente de oxígeno no toman alimentos, se acumulan cerca del agua superficie, jadeo por aire (ciprínidos), se reúnen en la entrada de los estanques donde se encuentran los niveles de oxígeno son más altos, se vuelven torpes, no reaccionan a la irritación, pierden su capacidad de escapar de la captura y finalmente morir. Los principales cambios anatomopatológicos incluyen una piel muy pálida. Color, congestión de la sangre cianótica en las branquias, adherencia de las laminillas branquiales, y pequeñas hemorragias en la parte frontal de la cavidad ocular y en la piel de las branquias. Cubiertas En la mayoría de los peces depredadores, la boca se abre de forma espasmódica y la El opérculo sobre las branquias permanece ligeramente abierto. (Svobodova et, al. 1993)

### **Calidad de agua**

La calidad de agua es un factor importante en el desarrollo de organismos acuáticos ya que puede afectar el desarrollo de especies, la calidad de agua en los estanques varía según características físicas, químicas y biológicas. El agua es de buena calidad si presenta las concentraciones y niveles adecuados de temperatura, oxígeno, pH, compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos), entre otros.

**pH**, La acidez y la alcalinidad son características muy importantes en un cuerpo de agua, el pH se encarga de medirlo. Niveles bajos de pH en los estanques de peces puede causar “estrés ácido” el cual coacciona alteración en la respiración branquial de los peces y otros efectos su salud. Un pH de 4 y 11 son valores extremos que ocasionarían la muerte de los peces, los valores deseados se encuentran entre 6.5 y 9.

El pH indica la concentración de iones de hidrógeno en agua y se define como el logaritmo negativo de la concentración molar de iones de hidrógeno (-log [H<sup>+</sup>]). El rango de pH recomendado para la acuicultura es 6,5 a 9,0 (Wurts y Durborow 1992). Si las lecturas de pH se encuentran fuera de este rango, se reduce el crecimiento de los peces. Con valores por debajo de 4,5 o por encima de 10, se producen mortalidades. En los sistemas de recirculación, la nitrificación producida por las bacterias en el biofiltro y la respiración de los peces disminuyen el pH (Buttner 1993).

### **Oxígeno Disuelto**

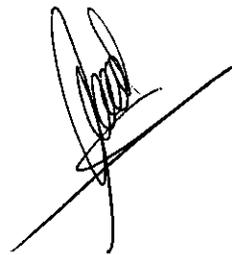
El oxígeno disuelto en los cuerpos de agua es un indicador importante de su calidad. Especies como las tilapias toleran niveles bajos de oxígeno disuelto hasta de un 1 mg/l, pero existen niveles apropiados para la crianza de esta y más especies, en el caso de las tilapias las concentraciones apropiadas son mayores a 4 mg/ l, por debajo de este nivel los peces dejan de comer y se ven afectados, lo que vuelve susceptibles a estos especímenes a enfermedades. En la tabla N° 4.1 se muestra la exposición de tilapias a distintas concentraciones de oxígeno y los efectos sobre su cultivos (FONDEPEZ, 2016)

**Tabla 4. 1.**

#### **Efectos de las concentraciones de oxigeno sobre las tilapias**

Oxigeno (ppm)	Efectos
0.0 –0.3	Peces pequeños sobreviven cortos periodos
0.3 – 2.0	Letal a exposiciones prolongadas
3.0 – 4.0	Sobreviven bajas tasas de crecimiento
➤ 4.5	Favorece el crecimiento del pez

Fuente: Fondo Nacional del Desarrollo Pesquero 2016



### **Compuestos nitrogenados.**

Uno de los principales problemas de los sistemas de producción de peces es el compuesto nitrogenado los cuales se manifiestan a mayor escala al existir sobrecarga de materia orgánica.

#### **Amonio**

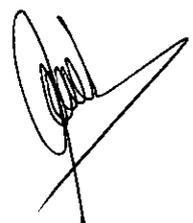
El amonio es producido por procesos biológicos de los peces como excreción, orina y descomposición de materia orgánica (alimento no consumido y materia vegetal en descomposición), El amoniaco puede encontrarse en no ionizado y ionizado  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4$  respectivamente. Los valores de amonio 0.01 a 0.10 ppm (valores superiores 2 ppm son peligrosos) el rango tolerante para las tilapias es 0.6 a 2 ppm.

#### **Nitratos**

Sánchez (2011) comenta que aunque el nitrato (producto final de la nitrificación) es la presentación menos tóxica del nitrógeno, algunas investigaciones han reportado efectos nocivos en ciertas especies producidas por altas concentraciones de este compuesto, esta situación es especialmente importante en el caso de organismos marinos debido a su acción inhibitoria de la osmoregulación de estos organismos. Con base en lo anterior, es práctica común el control de los niveles de nitratos en SRA por medio del recambio diario de un cierto porcentaje del agua del sistema, del orden del 5 al 10%.

#### **Temperatura**

Un parámetro ambiental determinante para el crecimiento de peces en cautiverio es la temperatura, la cual incrementa proporcional y positivamente la tasa de crecimiento hasta alcanzar su nivel óptimo, después de la cual tiene efectos negativos (Pepe-Victoriano et al. 2012).



## V.MATERIAL y MÉTODOS

### 5.1. Materiales y equipos

- Oxímetro hatch LDA (medición oxígeno)
- Balanza eléctrica con aproximación  $\pm 0.1$  g hasta 2,000g
- Termómetro de 0 hasta 50°C
- 1 bomba de aireación /(blower) de 100 watt
- Calentadores de 100 a 300 watt
- Bombas de agua sumergibles de 100 watts
- Malla para la captura de peces
- Potenciómetro digital marca Oakton modelo pH-30, impermeable, con una precisión para pH de  $\pm 0.01$
- Espectrofotómetro 20 Genesys® Spectronic Unicam, con un rango de longitud de onda de 325 a 1100 nm, exactitud de longitud de onda de 2.0 nm
- Mangueras para limpieza de 1 pulgada de diámetro
- Recipientes de plástico de 60 ml para las muestras de agua
- Pipetas de 20, 10, 5, 1 y 0.5 ml.
- Rejillas porta tubos, capacidad 12 unidades
- Tubos de ensayo de 50 y 20 ml
- Vasos de precipitados o Beakers (Tipo Griffin) de 150 y 200 ml

### 5.2. Población y muestra

La población del estudio está constituida por las tilapias nilótica de los tanques de crianza del laboratorio de acuicultura.

La muestra estará constituida por 480 tilapias nilóticas con un peso promedio de 0.8 gramos distribuidos en 12 tanques experimentales con 80 peces en cada tanque.

### 5.3. Las técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

#### Tipo y diseño de la investigación

Es una investigación experimental, aplicada y correlacional



### Diseño experimental

El diseño experimental es unifactorial 1x4X3 (una variable independiente y 4 niveles de saturación de oxígeno, con 3 repeticiones) = 12 pruebas experimentales cada una con una duración de 180 días. Diseño experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo control (Hernández *et al.*, 2006):

R G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub> X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
R G <sub>2</sub>	O <sub>3</sub> X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
R G <sub>3</sub>	O <sub>5</sub> X <sub>3</sub>	O <sub>6</sub>
R G <sub>4</sub>	O <sub>7</sub> --	O <sub>8</sub>

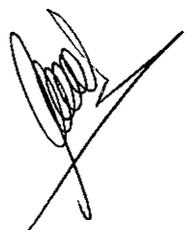
R = grupos escogidos aleatoriamente  
G = Grupos (4 grupos)  
O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>7</sub> = medición previa para cada grupo  
X<sub>1</sub> = aplicación de tratamiento 1  
X<sub>2</sub> = aplicación de tratamiento 2  
X<sub>3</sub> = aplicación de tratamiento 3  
-- = Grupo control  
O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>6</sub>, O<sub>8</sub> = medición final (Post pruebas)

### Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

Donde:

- Y<sub>ij</sub> = respuesta de la i-ésima unidad experimental que recibe j-ésimo tratamiento.  
μ = media  
T<sub>j</sub> = efecto del j-ésimo tratamiento.  
J = tratamiento 0, 1, 2, 3  
I = réplicas  
E<sub>ij</sub> = error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental sometida al j-ésimo tratamiento



**Tabla 5. 1**  
**Fórmula experimental**

Tratamientos	Repetición-1 R-1	Repetición 2 R-2	Repetición 3 R-3
T-1	N = 80	N = 80	N = 80
T-2	N = 80	N = 80	N = 80
T-3	N = 80	N = 80	N = 80
T-4	N = 80	N = 80	N = 80

Fuente: Elaboración propia (2019)

T-1 = 60% de saturación de oxígeno

T-2 = 80% de saturación de oxígeno

T-3 = 100% de saturación de oxígeno

T-4 = 120 % de saturación de oxígeno

R = réplicas de los tratamientos

N = número de ejemplares (80)/ unidad experimental

### **Metodología:**

De acuerdo al diseño experimental se trabajó con 4 tratamientos, cada tratamiento constará con 3 réplicas haciendo un total de 12 unidades experimentales, La técnica para contractar la hipótesis estuvo dada por los siguientes procesos:

- 1. Fase instalación de las 6 unidades experimentales** (tanques de 1500 L de agua cada uno), se le instaló un sistema de recirculación de agua, y se le oxigeno cada uno con diferentes niveles de saturación de oxígeno; 60%, 80%, 2da fase instalación de 6 unidades (tanques) con niveles de saturación de oxigeno de 100% y 120% respectivamente. Vale decir que debido a la falta de tanques la investigación se hizo en forma secuencial (primero con 60 y 80% de saturación de oxígeno y luego en la segunda fase con 100 y 120 % de saturación respectivamente

**Figura N°5.1**

**Instalación de los tanques experimentales**



Fuente: Elaboración propia

2. Se sembró en cada tanque 80 tilapias con peso promedio de 0.8 g. tal como se muestra en la figura N° 5.2

**Figura N°5. 2.**

**Tilapias en los tanques de cultivo**



Fuente Elaboración propia 2019

3. Se les alimentó con alimento balanceado que contenía un 30% de proteína, 9% de lípidos y 25% de Carbohidratos diariamente a los peces con un 2- 5% de su peso corporal. Tal como se puede apreciar en la figura N°5.3

**Figura N°5. 3.**  
**Alimentación de los peces**



Fuente: Elaboración propia 2019

- 4. Se registró diariamente los parámetros de Oxígeno disuelto (saturación) y temperatura. Con un equipo multiparametros HACH LD.**

**Figura N°5. 4.**  
**Medición del Oxígeno, temperatura y pH en los tanques de cultivo**



Fuente: Elaboración propia (2019)

- 5. Se registró diariamente los parámetros de amonio, nitritos, pH, nitratos con un kids de análisis de agua y estos fueron validados con un espectrofotometro genesys 20, con concentraciones conocidas de cloruro de amonio (ver anexos)**

**Figura N°5. 5.**

**Medición de parámetros nitrogenados (NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>)**

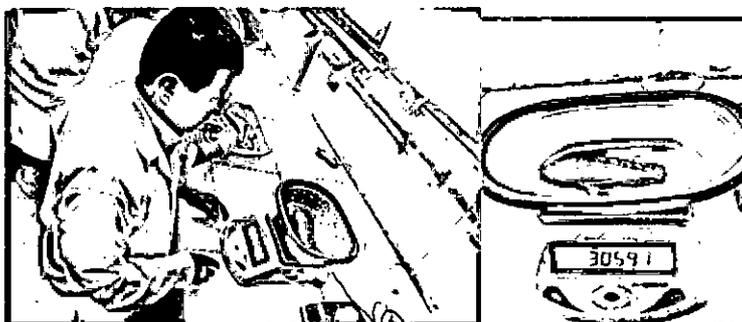


Fuente: Elaboración propia (2019)

**6. se tomó mediciones biométricas cada 15 días (peso y talla). Con una balanza digital OHAUS tal como se muestra en la figura N° 5.6**

**Figura N°5. 6.**

**Mediciones biométricas de los peces**



Fuente: Elaboración propia (2019)

- 7. Se mantuvieron los sistemas de recirculación (limpieza)**
- 8. Al final de la prueba experimental se calculó con los datos biométricos la ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentara y coeficiente térmico de crecimiento.**
- 9. Se analizó si existe diferencia significativa entre los tratamientos con un análisis de varianza.**

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

### **1. Cálculo de la ganancia de peso por tratamientos y por meses:**

La ganancia de peso en gramos se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$GP (g) = Pf - Pi$$

Pf= peso final promedio (por tratamiento)

Pi= peso inicial promedio (por tratamiento)

### **2. cálculo de las tasas de crecimiento (TC) en gramos (g/día)**

El cálculo de la tasa de crecimiento (TC) se efectuara mediante la siguiente formula:

$$GP (g) = Pf - Pi / N^{\circ} \text{ de días}$$

### **3. cálculo del factor de conversión alimenticia (FCA) en tilapia por tratamiento y por días**

El Factor de conversión alimenticia se calculó con la siguiente formula:

$$FCA = \text{Total del alimento consumido (TAC)} / \text{peso de pez ganado (PPG)}$$

$$TAC = Pi \times N^{\circ} \text{ peces} \times \text{tasa alimenticia} \times 30 \text{ días}$$

$$PPG = Pf - Pi \times N^{\circ} \text{ peces}$$

### **4. Calculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC)**

El CTC, es una constante que nos indica la productividad de un sistema o criadero piscícola, cuando su valor es más alto es mayor la productividad y se calcula con la siguiente formula:

$$CTC = (Pf)^{1/3} - (Pi)^{1/3} / t \times \text{Días}$$

T = temperaturas promedio del agua

Pf = peso promedio final

Pi = peso promedio inicial.

### **5.4. Análisis y procesamiento de datos**

A los valores obtenidos de ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento, se someterá a un análisis de varianza ANOVA para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, si se encontrara diferencias significativas, se analizó con la prueba de tukey para comparación de promedios.

## VI.RESULTADOS

### 6.1. Ganancia de peso de los peces

Tabla N° 6. 1.

**Pesos iniciales y finales promedios en gramos (g) por tratamientos y por días de las tilapias durante la prueba experimental**

Días	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	60%	80%	100%	120%
0	0.87±0.02	0.91±0.03	0.89±0.02	0.86±0.01
30	2.12±0.06	3.76±0.23	4.87±0.51	3.0± 0.05
60	6.31±0.21	10.54±0.43	15.98±1.54	9.81±1.87
90	14.34±2.53	19.87±2.44	24.65±2.34	18.32±2.97
120	35.65±3.12	46.8± 3.61	54.21±3.13	50.00±3.25
150	65.76±4.56 <sup>c</sup>	79.23±2.78 <sup>b</sup>	88.32±3.87 <sup>a</sup>	82.00±3.66 <sup>b</sup>
180	119.3±4.29 <sup>c</sup>	151.32±4.06 <sup>b</sup>	175.87±5.35 <sup>a</sup>	157.67±5.33 <sup>b</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento 1 (T1) = 60% de saturación de oxígeno

Tratamiento 2 (T2) = 80% de saturación de oxígeno

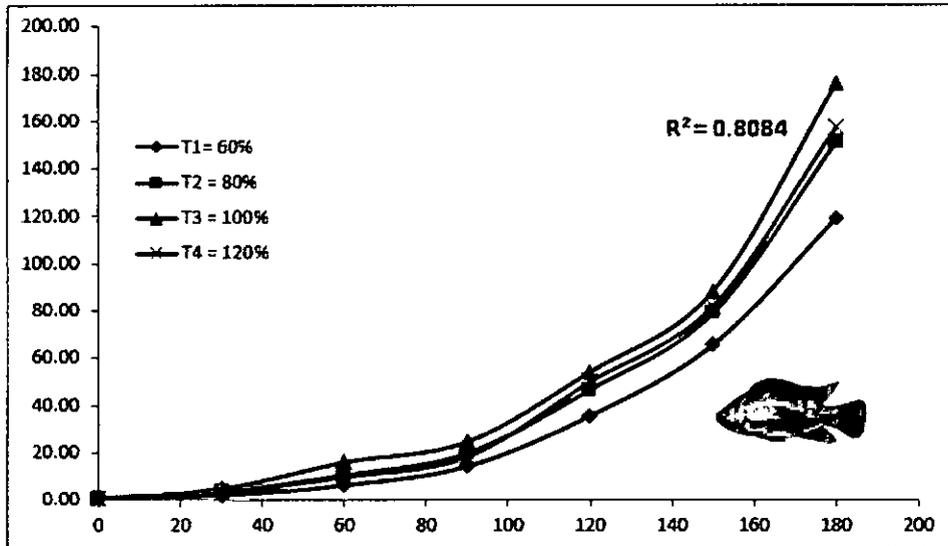
Tratamiento 3 (T1) = 100% de saturación de oxígeno

Tratamiento 4 (T2) = 120% de saturación de oxígeno

En la tabla N°6.1 se presenta los valores de la ganancia de pesos de la tilapias por meses y al final de la pruebas experimentales 180 días. La mayor ganancia de peso se obtuvo en forma significativa ( $p<0.05$ ) (ver anexo N°1) con el tratamiento 3 de 175.87±5.35 g. que con los otros tratamientos, T1, T2 y T4 que fue de 119.3±4.29; 151.32±4.06; y 157.67±5.33 gramos respectivamente. Esto demuestra que la saturación de oxígeno en el agua juega un papel importante en la ganancia de peso en la crianza o cultivo de tilapia. (Ver gráfico N° 6.1)

**Gráfico N° 6. 1.**

**Valores promedio de pesos en gramos (g) alcanzado por los ejemplares de Oreochromis niloticus (Tilapia nilotica) durante los meses de cultivo**



Fuente: Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 6. 2.**

**Tabla de Distribución de Frecuencias de número de peces por peso (Tratamiento = 1 = 60% de Saturación de Oxígeno)**

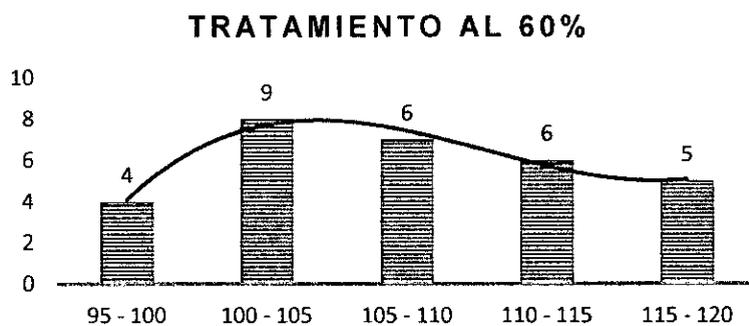
Peso de Peces (gr)	<i>f</i>	<i>F</i>	<i>h</i>	<i>H</i>
95 - 100	4	4	13%	13%
100 - 105	8	12	27%	40%
105 - 110	7	19	23%	63%
110 - 115	6	25	20%	83%
115 - 120	5	30	17%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 6.2 se muestra la distribución de frecuencias por pesos, donde podemos apreciar que el 50% de la población muestreada de (30 peces) se encuentra en los rangos de pesos de 100-110 g en el tratamiento T1 (60%)

**Gráfico N°6.2**

**Tabla de Distribución de Frecuencias de número de peces por peso (Tratamiento = 1 = 60% de Saturación de Oxígeno)**



Fuente: Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 6.3**

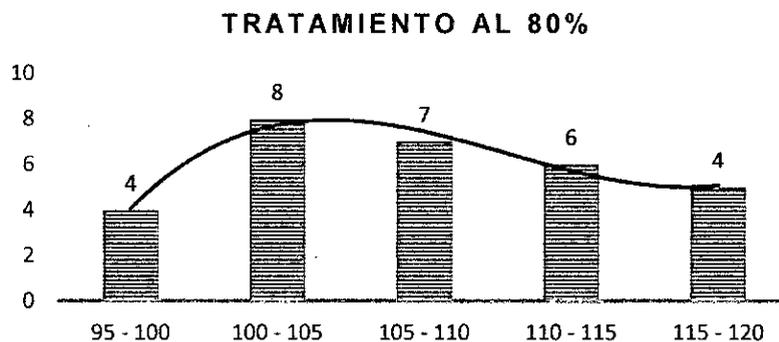
**Tabla de Distribución de Frecuencias de número de peces por peso (Tratamiento = 2 = 80% de Saturación de Oxígeno)**

Peso de Peces (gr)	<i>f</i>	<i>F</i>	<i>h</i>	<i>H</i>
95 - 100	4	4	13%	13%
100 - 105	8	12	27%	40%
105 - 110	7	19	23%	63%
110 - 115	6	25	20%	83%
115 - 120	5	30	17%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>	

Fuente Elaboración propia

**Gráfico N°6.3**

**Gráfico de distribución de frecuencia de número de peces por peso (Tratamiento = 2 = 80% de Saturación de Oxígeno)**



Fuente Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 6.4**

**Tabla de Distribución de Frecuencias de número de peces por peso (Tratamiento = 3 = 100% de Saturación de Oxígeno).**

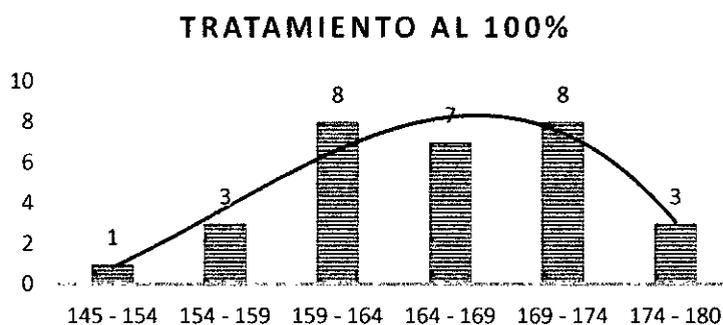
Peso de Peces (gr)	<i>f</i>	F	<i>h</i>	H
145 - 154	1	1	03%	03%
154 - 159	3	4	10%	13%
159 - 164	8	12	27%	40%
164 - 169	7	19	23%	63%
169 - 174	8	27	27%	90%
174 - 180	3	30	10%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 6.4 al igual que en el tratamiento 1 se evidencia que el 50% de peces muestreados se encuentra en los pesos 159-169g del tratamiento 3

**Gráfico N°6. 4.**

**Gráfico de distribución de frecuencia de número de peces por peso (Tratamiento = 3 = 100% de Saturación de Oxígeno)**



Fuente: Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 6. 5.**

**Distribución de frecuencia de peces por peso del tratamiento 3=120%**

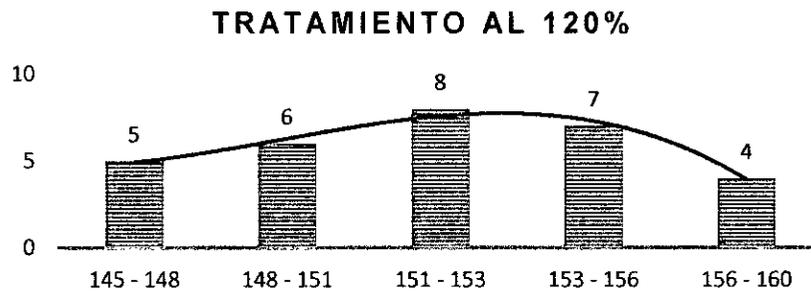
Peso de Peces (gr)	<i>f</i>	F	<i>h</i>	H
145 - 148	5	5	17%	17%
148 - 151	6	11	20%	37%
151 - 153	8	19	27%	63%
153 - 156	7	26	23%	87%
156 - 160	4	30	13%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 6.5 se puede apreciar que la mayor frecuencia de peces con el T3 se encuentra entre los 151-153 g, también en el grafico se evidencia que existe una gráfica (N° 6.4) de forma de campana (Gauss).

**Gráfico N° 5.**

**Gráfico de distribución de frecuencia de número de peces por peso  
(Tratamiento = 3 = 120% de Saturación de Oxígeno)**



Fuente: elaboración propia (2019)

### 6.1. Ganancia de talla (longitud)

**Tabla N° 6. 6.**

**Valores de longitudes iniciales y finales promedios en centímetros (cm)  
por tratamientos y por días de las tilapias durante la prueba experimental**

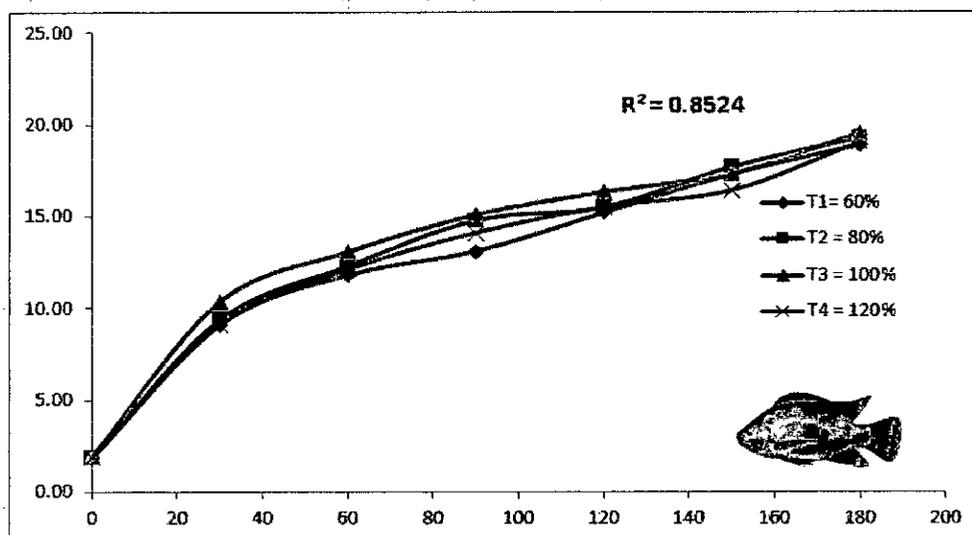
Días	Tratamientos			
	T1 60%	T2 80%	T3 100%	T4 120%
0	1.85	1.87	1.93	1.87
30	9.10±0.06	9.40±0.23	4.87±0.51	3± 0.05
60	11.80±0.21	12.30±0.23	13.06±0.23	12.10±0.23
90	13.10±0.23	14.80±0.23	15.08±0.23	14.10±0.23
120	15.20±0.23	15.50±0.23	16.31±0.23	15.50±0.23
150	17.30±0.23	17.70±0.23	17.34±0.23	16.40±0.23
180	18.90±0.23	19.30±0.23	19.51±0.23	19.03±0.23

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N°6.6 se presenta los valores de la ganancia longitudes de la tilapias por meses y al final de la pruebas experimentales 180 días. La mayor ganancia de peso se obtuvo en forma significativa ( $p < 0.05$ ) (ver anexo N°2) con el tratamiento 3 de 19,51 cm, Que con los otros tratamientos, T1, T2 y T4 que fue de 18.9, 19.30, 19.51 cm respectivamente. Esto demuestra que la saturación de oxígeno en el agua juega un papel importante en la ganancia de peso en la crianza o cultivo de tilapia.

**Gráfico N° 6. 6**

**Valores promedio de longitud (cm) por tratamiento y por días de los ejemplares de Oreochromis niloticus**



Fuente: Elaboración propia 2019

**Tabla N° 6. 7.**

**Cálculo de la ganancia de pesos promedios por meses y por tratamientos en tilapias**

Días	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	60%	80%	100%	120%
0	0.87±0.02	0.91±0.03	0.89±0.02	0.86±0.01
30	1.25±0.01	2.83±0.04	3.58±0.07	2.14±0.05
60	4.19±0.12	6.78±0.13	8.11±0.23	6.81±0.18
90	8.00±0.19	9.33±0.21	10.61±0.41	8.51±0.25
120	21.31±1.57	26.93±1.78	29.56±1.78	21.68±2.11
150	30.11±2.78	32.85±2.43	34.11±2.85	32.00±3.92
180	53.54±3.25	72.09±3.05	96.64±4.22	75.67±3.87
	118.43	150.41± 6.1	174.98± 63	156.81± 7.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°6.7 se presenta los valores de ganancia de peso por meses, el tratamiento 3 tiene una ganancia significativamente ( $p < 0.05$ ) más alto que los otros tratamientos que tuvieron ganancia de peso de:  $53.54 \pm 3.25$ ,  $150.41 \pm$  y  $156.81 \pm$  gramos respectivamente para los tratamientos 1 2 y 3, i así mismo la prueba de tukey (95%) mostro diferencia de ganancia de peso entre los promedios.

### 6.3. Tasa de crecimiento

#### Cálculo de las tasas de crecimiento (TC) en gramos (g/día)

El cálculo de la tasa de crecimiento (TC) se efectuara mediante la siguiente formula:

$$GP (g) = Pf - Pi / N^{\circ} \text{ de días}$$

**Tabla N° 6. 8**

#### Ganancia de peso promedio en g/día de las tilapias por tratamientos y por días

Días	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	60%	80%	100%	120%
0	0.87±0.02	0.91±0.03	0.89±0.02	0.86±0.01
30	0.042±0.01	0.128±0.01	0.132±0.01	0.073±0.02
60	0.139±0.02	0.206±0.03	0.270±0.01	0.227±0.01
90	0.266±0.03	0.311±0.04	0.353±0.02	0.283±0.02
120	0.710±0.04	0.897±0.06	0.985±0.07	0.889±0.09
150	1.00±0.10	1.095±0.12	1.137±0.13	1.062±0.17
180	1.231±0.23 <sup>b</sup>	1.877±0.11 <sup>a</sup>	2.134±0.16 <sup>a</sup>	1.642±0.21 <sup>b</sup>

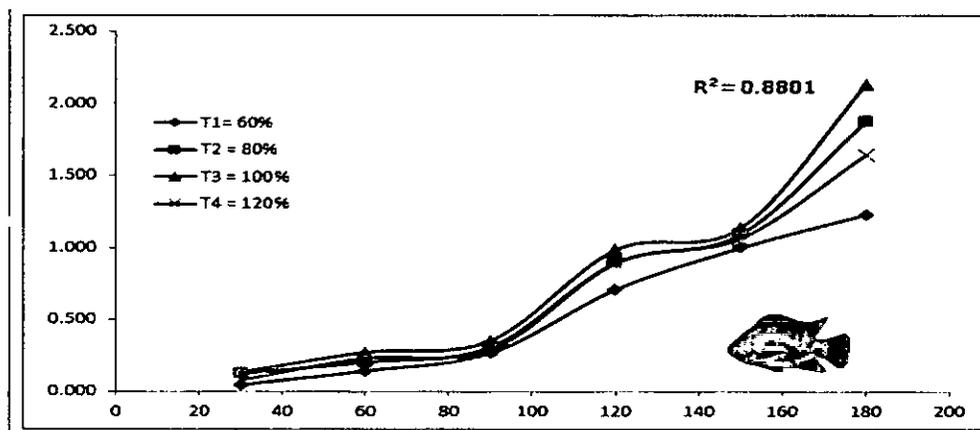
Fuente: Elaboración propia (2019)

**La tasa de crecimiento o ganancia de peso en gramos /día (g/día):**

En la tabla N<sup>o</sup> 6.7 y gráfico N<sup>o</sup> 6.7 se muestra los valores de ganancia promedio de peso en g/día de los 4 tratamientos las mayores ganancia de peso por día tanto en los meses como al final del experimento fue de 0.132 y 2.134 g/día son del tratamiento N<sup>o</sup> 3 (100% de saturación de oxígeno ) frente a las menores ganancia de peso g/día de los otros tratamientos (T1,T2, y T4 ) de 0.128 y 1.87 g/ día respectivamente El análisis de varianza comprobó que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) del tratamiento T3 frente a los otros tratamientos (ver anexo 2)

**Gráfico N<sup>o</sup>6. 7**

**Promedio de Ganancia de peso en g/día de los peces sometidos a diferentes porcentajes de saturación de oxígeno del agua de los tratamientos**



Fuente: Elaboracion propia (2019)

**6.4. Cálculo del factor de conversión alimenticia (FCA) en tilapia por tratamiento y por días**

En la tabla N<sup>o</sup> 6.8 y grafico N<sup>o</sup>6.8 nos muestra los valores promedio del factor de conversión alimentaria por días de los tratamientos. El tratamiento N<sup>o</sup> 3 presenta los mejores valores de conversión alimentaria con 0.82 a 1.17 es decir los peces consumieron menos alimento para convertirlo en peso de pez (1 g), y fue significativamente mejor que los otros tratamientos que mostraron valores de 1.63 a 2.19 (T1), 1.23 a 1.56 (T2) y 1.23 a 1.71 (T4) respectivamente que quiere decir que los peces (tilapia) con otras saturaciones de oxígeno necesitaron mayor cantidad de alimento para la misma ganancia de peso de tilapia (1 gramo).

**Tabla N° 6. 9**

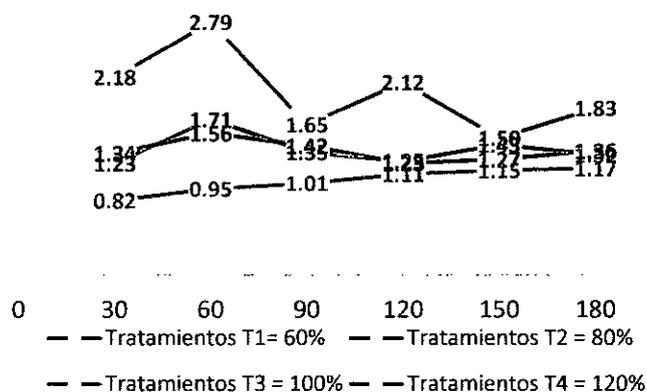
**Valores de Factor de conversión alimenticia de tilapias por tratamientos y por meses**

Días	Tratamientos			
	T1 60%	T2 80%	T3 100%	T4 120%
30	2.18±0.13	1.34±0.09	0.82±0.06	1.23±0.12
60	2.79±0.02	1.56±0.03	0.95±0.01	1.71±0.01
90	1.65±0.03	1.42±0.04	1.01±0.02	1.35±0.02
120	2.12±0.04	1.23±0.06	1.11±0.07	1.25±0.09
150	1.50±0.10	1.27±0.12	1.15±0.13	1.43±0.17
180	1.831±0.23	1.36±0.11	1.17±0.16	1.32±0.21

Fuente: Elaboración propia (2019)

**Gráfico N°6. 8**

**Valores promedio del Factor de conversión alimenticia en los peces**



Fuente: Elaboración propia (2019)

### 6.5. Cálculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC)

El CTC, es una constante que nos indica la productividad de un sistema o criadero piscícola, cuando su valor es más alto es mayor la productividad y se calcula con la siguiente fórmula:

$$CTC = (Pf)^{1/3} - (Pi)^{1/3} / t \times \text{Días}$$

T = temperaturas promedio del agua

Pf = peso promedio final

Pi = peso promedio inicial

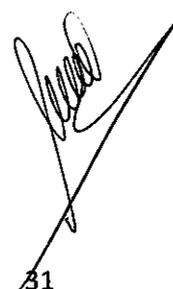
**Tabla N° 6. 10**

**Valores de los coeficientes de crecimiento térmico (CTC ) de tilapias por tratamientos y por meses**

Días	Tratamientos			
	T1 60%	T2 80%	T3 100%	T4 120%
30	0.00821	0.0875	0.0882	0.0756
60	0.0629	0.0956	0.0891	0.0831
90	0.0732	0.0945	0.0956	0.0843
120	0.0785	0.0989	0.0988	0.0954
150	0.0839	0.0997	0.1135	0.0964
180	0.0913	0.0987	0.1230	0.0989

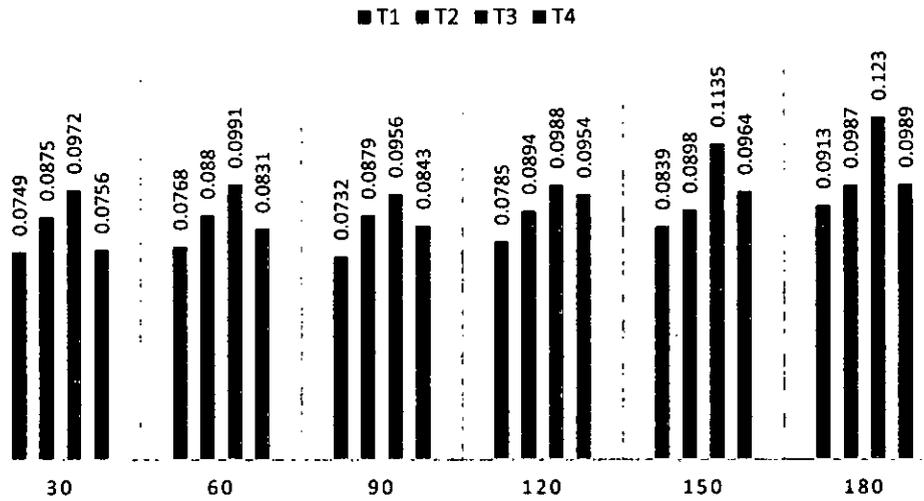
Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 6.9 se presenta los valores promedios del coeficiente térmico de crecimiento, el tratamiento N° 3 muestra los mejores valores de CTC de 0.0882 a 0.1230 con diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) frente a los otros tratamientos (T1, T2.yT4) con valores entre 0.00821 a 0.0989.



**Gráfico N° 6. 9.**

**Coefficiente térmico de crecimiento de tilapias**



Fuente Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 6. 11.**

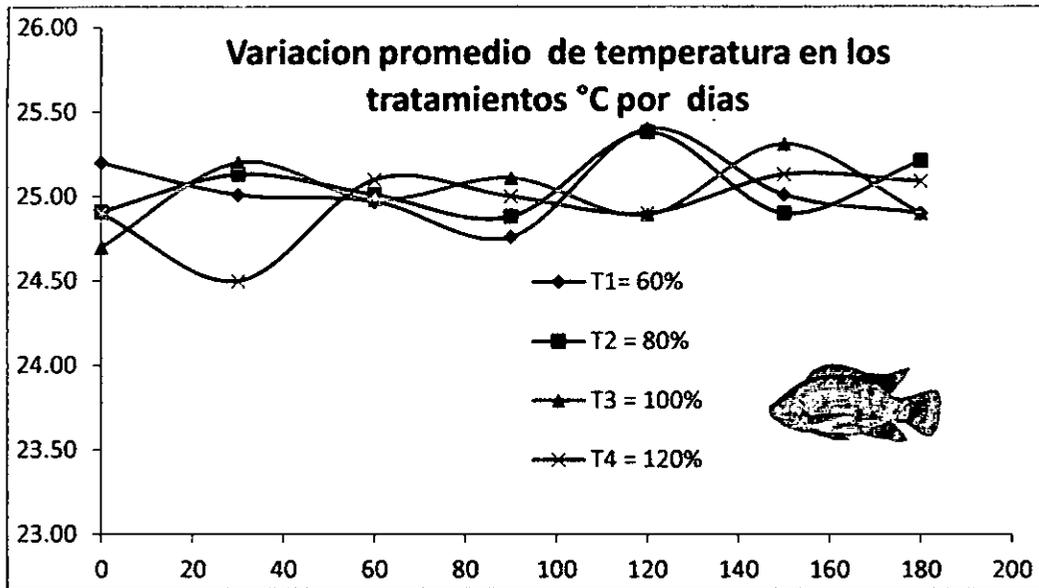
**Características fisico-químicos controlados de las aguas de cultivo de tilapia sometido a diferentes saturaciones de oxígeno durante las pruebas experimentales**

Parametros	Tratamientos			
	T1 60%	T2 80%	T3 100%	T4 120%
%saturación de oxígeno	60.12± 1.24	80.24±1.05	100.41±1.32	120.42±2.3
Temperatura °C	25.26±1.13	24.87±1.45	24.59 ±1.34	24.23±1.12
CO <sub>2</sub> mg/L.	6.71±0.50	6.43± 0.65	7.02 ± 0.11	6.79±0.22
pH	7.21±0.17	7.03± 1.01	7.51 ± 1.27	7.38±1.03
Amonio NH <sub>3</sub> mg/L	0.12±0.019	0.24±0.014	0.18 ± 0.042	0.19±0.013
Nitritos mg/L	0.32±0.023	0.24±0.18	0.28 ± 0.010	0.35± 0.15

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 6.11 se presenta los valores de los parámetros físico de las aguas, el análisis de varianza ANOVA ( $p < 0.05$ ) no mostro diferencia significativa entre tratamientos.

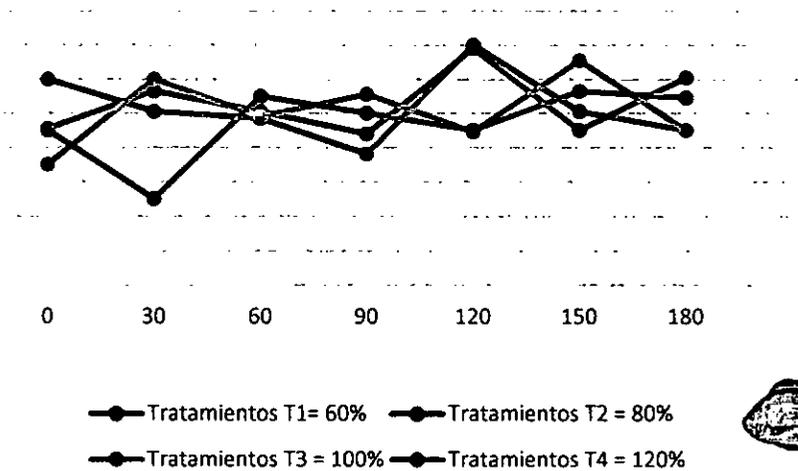
**Gráfico N°6. 10**



Fuente: Elaboración propia

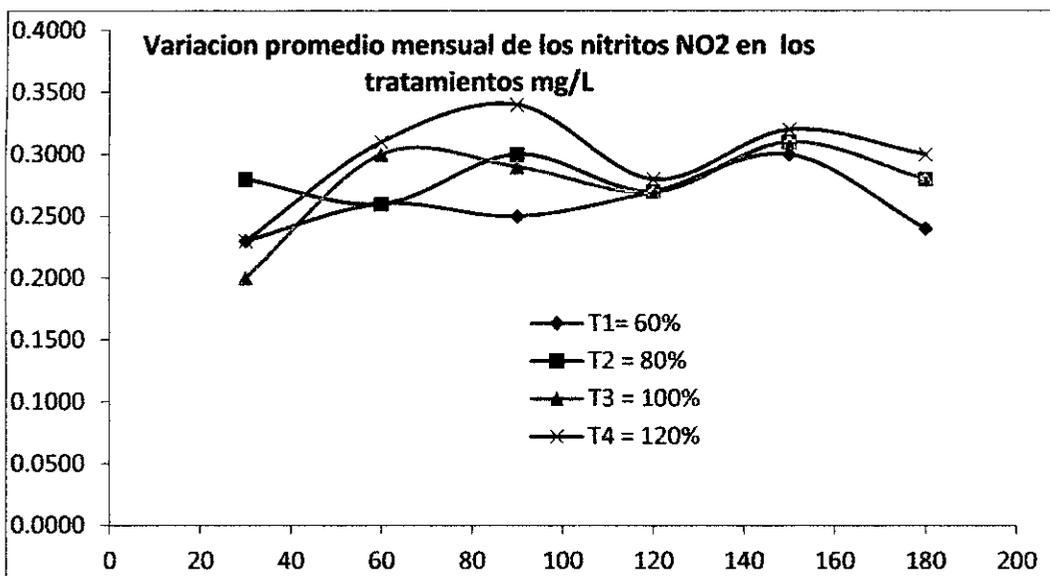
**Gráfico N°6. 11**

Valores promedio mensual del amonio mg/L en los tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°6. 12



Fuente: Elaboración propia (2019)

En los gráficos N° 6.10, 6.11 y 6.12 se muestran los parámetros de temperatura, amonio y nitritos sus valores se encuentran dentro de los rangos permisibles.

## VI.DISCUSIÓN

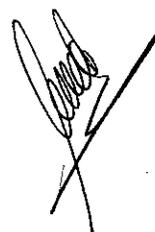
Los resultados del trabajo de investigación muestran que la tasa de crecimiento de tilapia nilotica se ve afectado por la disponibilidad de oxígeno al final de los 180 días.

El experimento, muestra que la tasa de crecimiento media de peces criados al 100% –120% de saturación de oxígeno fue 28% más alta que en el grupo mantenido a 60 y 80 % de saturación. El crecimiento de los peces criados al 80% de saturación de oxígeno fue intermedio y significativamente más alto que al 60% de saturación y significativamente más bajo que al 100% –120% de saturación.

Similamente, La TCE en el grupo expuesto a 60% de saturación de oxígeno fue Significativamente más bajo (18%) que en los grupos criados al 100% –120% de saturación. Por otra parte, la TCE global del grupo expuesto al 80% de saturación de oxígeno fue significativamente mayor que la del grupo del 60% pero no significativamente diferente de los grupos expuestos al 100% –120% saturación.

Estos resultados sugieren que los niveles mínimos de oxígeno requeridos para soportar el máximo crecimiento en tilapia son más altos de 80% y puede estar cerca del 100% de la saturación de oxígeno. Los resultados del presente estudio concuerdan con los de varios otros estudios, que indican que la saturación de oxígeno cerca del 100% o incluso se requiere más alto para soportar el máximo crecimiento tanto de Atlantic salmón (Crampton et al., 2003) y bagre de canal (Buentello et al., 2000).

Además, algunos estudios han indicado que la saturación de oxígeno es posible que se requiera más del 100% para el crecimiento máximo de ambas del salmón del atlántico (Hosfeld et al., 2008), trucha arcoiris (Dabrowski et al., 2004), Sin embargo, también hay resultados que indican que menor oxígeno los niveles por debajo del 100% de saturación son suficientes para soportar el máximo Crecimiento de peces. Pedersen (1987) informa que la saturación de oxígeno del 70% (7 mg L - 1) apoyará el crecimiento máximo de la trucha arco iris y Sus



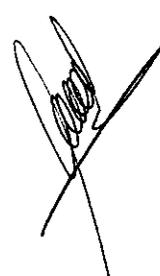
resultados están corroborados por los hallazgos de Edsall y Smith (1990). y Caldwell y Hinshaw (1994).

Estudios realizados por Pichavant et al. (2000) y Person-Le Ruyet et al. (2003) también sugieren que la tasa máxima de crecimiento del rodaballo se alcanza cuando la saturación de oxígeno es del 64% al 75%. Todos estos estudios sugieren que 50% -75% de la saturación de oxígeno es adecuada para soportar el máximo crecimiento de pez. No está claro qué causa esta discrepancia.

Sin embargo lo es. Es interesante que los niveles críticos de oxígeno reportados parecen aumentar. Con el tiempo de los de Davis (1975) y Brett (1979) a los recientes informes de niveles críticos de oxígeno en el rango hiperóxico (Foss et al., 2003). Un número de los textos de referencia en acuicultura sugieren que 50% -80% de saturación de oxígeno es suficiente para soportar el crecimiento máximo (por ejemplo, Davis, 1975; Brett, 1979; Jobling, 1995; Wedemeyer, 1997; Timmons et al., 2001; Potro, 2006).

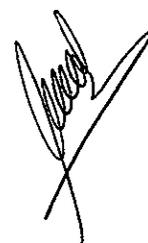
Sin embargo, los resultados del presente estudio y algunos de esos citados anteriormente sugieren que la tasa máxima de crecimiento solo se alcanza cuando los peces son criados cerca o por encima del 100% de saturación. El efecto de Niveles de oxígeno en la tasa de crecimiento sugiere que puede ser ventajoso para los piscicultores criar Halibut del Atlántico a 100% de saturación si el precio del oxígeno es favorable.

Hay evidencia que indica que las fluctuaciones en el oxígeno y la disponibilidad en el agua de crianza pueden afectar el rendimiento del crecimiento de peces y es posible que la variación en la disponibilidad de oxígeno en algunos de los grupos (60% y 80% en particular) pueden haber afectado los resultados en el presente experimento. Person-Le Ruyet et al. (2003) observa un menor crecimiento en el rodaballo expuesto regularmente a hipoxia. Choques (20% de saturación) en comparación con los grupos criados en cualquiera Saturación constante de oxígeno al 100% o al 75%.



## CONCLUSIONES

- La Ganancia de peso fue superior con el T3 (174.98 g) es decir con 100% de saturación de oxígeno y la menor ganancia de peso (118.43 g) con el T1 (60% de saturación de oxígeno) y se encontró que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos.
- Tasa de crecimiento de todos los tratamientos  
Igualmente la tasa de crecimiento expresada en g/día fue mayor 2.134 con el T3 (100% de saturación).  
La menor tasa de crecimiento se dio el T 1 (60%de saturación) y fue de 1.231 g/día
- Conversión alimentaria de todos los tratamientos  
El factor de conversión alimentaria fue mejor con el T 3 (100% de saturación) de 1.1, y el peor factor de conversión fue el T 1 y T 4 con 2.1 y 1.5 respectivamente.
- Los mejores rendimientos productivos en los cultivos de tilapia se obtiene con 100% de saturación de oxígeno que con 60, 80 y 120 % de saturación



## VIII.REFERENCIALES

**Arnþór Gústavsson , Yovita Mallya , Snorri Gunnarsson y Jón Árnason (2010).**

The effect of oxygen saturation on the growth and feed conversion of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture* 309 (2010) 96–102. journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aqua-online](http://www.elsevier.com/locate/aqua-online)

**Björnsson, B., Tryggvadóttir, S.V., 1996.** Effect of size on optimal temperature for growth and growth efficiency of immature Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture* 142, 33–42.

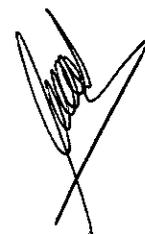
**Brett, J.R., 1979.** Environmental factors and growth. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Brett, J. R. (Eds.), *Fish Physiology VIII*. Academic Press, New York, pp. 599–675.

**Buentello, J.A., Gatlin III, D.M., Neill, W.H., 2000.** Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 182, 339–352.

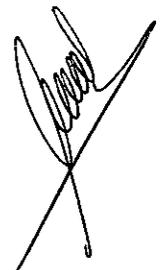
**Buttner, JK; Soderberg, RW; Terlizzi, DE. 1993.** An Introduction to water chemistry in freshwater aquaculture. University of Massachusetts, Dartmouth Massachuset. No. 170-1993. 4p.

**Crampton, V., Hølland, P.M., Bergheim, A., Gausen, M., Næss, A., 2003.** Oxygen effects on caged salmon. *Fish Farming International*, June, 26–27.  
**Caldwell, C.A., Hinshaw, J., 1994.** Physiological and haematological Responses in rainbow trout subjected to supplemental dissolved oxygen in fish culture. *Aquaculture* 126, 183–193.

**Dabrowski, K., Lee, K.J., Guz, L., Verlhac, V., Gabaudan, J., 2004.** Effects of dietary ascorbic acid on oxygen stress (hypoxia or hyperoxia), growth and



- Dabrowski, K., Lee, K.J., Guz, L., Verlhac, V., Gabaudan, J., 2004.** Effects of dietary ascorbic acid on oxygen stress (hypoxia or hyperoxia), growth and tissue vitamin concentrations in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 233, 383–392.
- Davis, J.C., 1975.** Minimal dissolved oxygen requirements of aquatic life with emphasis on Canadian species: a review. *J. Fish. Res. Board Can.* 32, 2295–2332.
- Edsall, D.A., Smith, C.E., 1990.** Performance of rainbow trout and Snake River cutthroat trout reared in oxygen-supersaturated water. *Aquaculture* 90, 251–259.
- Forsberg, O., Begheim, A., 1996.** The impact of constant and fluctuating oxygen concentrations and two water consumption rates on post-smolt Atlantic salmon production parameters. *Aquacult. Eng.* 15, 327–347.
- Foss, A., Evensen, T.H., Øiestad, V., 2002.** Effects of hypoxia and hyperoxia on growth and food conversion efficiency in the spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen). *Aquaculture Res.* 33, 437–444.
- Gilmour, K.M., 1997.** Gas exchange. In: Evans, D.H. (Ed.), *The Physiology of Fishes*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 101–127.
- Hosfeld, C.D., Engevik, A., Mollan, T., Lunde, T.M., Waagbø, R., Olsen, A.B., Breck, O., Stefansson, S., Fivelstad, S., 2008.** Long-term separate and combined effects of environmental hypercapnia and hyperoxia in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. *Aquaculture* 280, 146–153.



**Imsland, A.K., Gustavsson, A., Gunnarsson, S., Foss, A., Árnason, J., Arnarson, I., Jónsson, A.F., Smáradóttir, H., Thorarensen, H., 2008.** Effects of reduced salinities on growth, feed conversion efficiency and blood physiology of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture* 274, 254–259.

**Mallya, YJ. 2007.** The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture. (en línea). The United Nations University Fisheries Training Programme, Final Project. 30p.

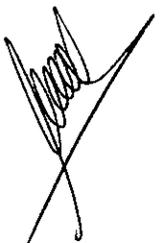
**Molleda, MI. 2007.** Water Quality in Recirculating Aquaculture Systems for Arctic Charr (*Silvinus alpinus* L.) Culture. UNU-Fisheries Training Programme. Final Project. 54p.

**Pedersen, C.L., 1987.** Energy budgets for juvenile rainbow trout at various oxygen concentrations. *Aquaculture* 62, 280–298.

**Person-Le Ruyet, J., Pichavant, K., Vacher, C., Le Bayon, N., Séverè, A., Boeuf, G., 2002.** Effects of O<sub>2</sub> supersaturation on metabolism and growth in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture* 205, 373–383.

**Pepe-Victoriano, R; Silva, A; Vega, A; Araya, M; Cornejo, L. 2012.** Efecto del Aumento de la Temperatura, Frecuencia de Alimentación y Ración de Alimento en el Crecimiento de Juveniles de Turbot (Psetta máxima). *International Journal of Morphology*, 30(3), 902-907.

**Pichavant, K., Person-Le-Ruyet, J., Le Bayon, N., Séverè, A., Le Roux, A., Boeuf, G., 2000.** Effects of hypoxia on growth and metabolism of juvenile turbot. *Aquaculture* 188, 103–114.



**Pichavant, K., Person-Le-Ruyet, J., Le Bayon, N., Séverè, A., Le Roux, A., Quéménerm, L.,Maxime, V.,Nonnotte, G., Boeuf, G., 2001.** Comparative effects of long-termhypoxia ongrowth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. *J.Fish Biol.* 59, 875–883.

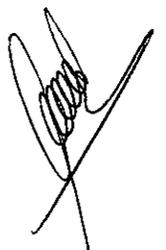
**Pillay, T.V.R. & Kutty, M.N. 2005.** *Aquaculture: Principles and Practices*, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.

**Sotomayor, Carlos;(2016)** “Análisis de la dinámica del oxígeno y el amonio en un sistema de recirculación con agua de mar, para el cultivo experimental de peces” Presentado para optar el título de: Ingeniero Pesquero 2016 UNALM.

**Svobodova Z., Richard L., Jana M., and Blanka V. 1993** Water quality and fish health EIFAC Technical paper 54.

**Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., Vinci, B.J., 2001.** *Recirculating Aquaculture Systems*. NRAC Publication, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca.

**Wedemeyer, G.A., 1997.** Effect of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (Eds.), *Fish stress and health in aquaculture*, pp. 35–72



## X.APENDICES

### APÉNDICE N° 1

**Análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los 4 tratamientos para comparar si existe diferencia significativa en la ganancia de peso al final del experimento, también se aplicó la prueba de tukey para determinar igualdad o diferencia entre los promedio de los tratamientos**

#### ANOVA unidireccional: T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	4560.69	1520.23	394.63	0.000
Error	8	30.82	3.85		
Total	11	4591.50			

S = 1.963 R-cuad. = 99.33% R-cuad.(ajustado) = 99.08%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.				
T1	3	121.33	2.15	(-*)			
T2	3	151.28	1.08		(-*)		
T3	3	175.50	2.00			(-*)	
T4	3	157.34	2.37		(-*)		

+-----+-----+-----+-----+  
120    135    150    165

Desv.Est. agrupada = 1.96

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior				
T2	24.810	29.943	35.077		(-*)		
T3	49.037	54.170	59.303			(-*)	
T4	30.870	36.003	41.137		(-*)		

+-----+-----+-----+-----+  
-25    0    25    50

Se restó T2 a:

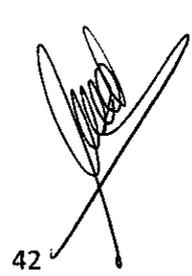
	Inferior	Centro	Superior				
T3	19.093	24.227	29.360		(-*)		
T4	0.927	6.060	11.193		(-*)		

+-----+-----+-----+-----+  
-25    0    25    50

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior				
T4	-23.300	-18.167	-13.033		(-*)		

+-----+-----+-----+-----+  
-25    0    25    50



## APENDICE N° 2

### ANOVA DE LOS VALORES DE TASA DE CRECIMIENTO G/DIA DE TILAPIAS : T1; T2; T3; T4 SOMETIDAS A 4 SATURACIONES DE OXIGENO EN EL AGUA

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	1.322468	0.440823	1317.53	0.006
Error	8	0.002677	0.000335		
Total	11	1.325145			

S = 0.01829    R-cuad. = 99.80%    R-cuad. (ajustado) = 99.72%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
T1	3	1.2233	0.0306	(*)
T2	3	1.8500	0.0200	(*)
T3	3	2.1340	0.0020	(*)
T4	3	1.6420	0.0010	(*)

-----+-----+-----+-----+-----  
1.25            1.50            1.75            2.00

Desv.Est. agrupada = 0.0183

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T2	0.57883	0.62667	0.67451	(-*)
T3	0.86283	0.91067	0.95851	(*)
T4	0.37083	0.41867	0.46651	(* -)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.40            0.00            0.40            0.80

Se restó T2 a:

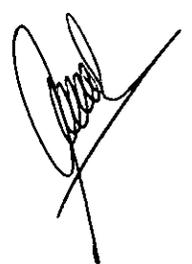
	Inferior	Centro	Superior	
T3	0.23616	0.28400	0.33184	(*)
T4	-0.25584	-0.20800	-0.16016	(*)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.40            0.00            0.40            0.80

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T4	-0.53984	-0.49200	-0.44416	(*)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.40            0.00            0.40            0.80



### APENDICE N° 3

#### ANOVA de los valores del factor de conversión alimentaria de las tilapias de los: T1; T2; T3; T4 expuestas a diferentes saturaciones de oxígeno

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	0.73063	0.24354	219.74	0.000
Error	8	0.00887	0.00111		
Total	11	0.73949			

S = 0.03329 R-cuad. = 98.80% R-cuad.(ajustado) = 98.35%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
T1	3	1.8300	0.0300	(--*--)
T2	3	1.3600	0.0500	(--*--)
T3	3	1.1700	0.0200	(--*--)
T4	3	1.3233	0.0252	(--*--)

1.20      1.40      1.60      1.80

Desv.Est. agrupada = 0.0333

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T2	-0.55707	-0.47000	-0.38293	(--*--)
T3	-0.74707	-0.66000	-0.57293	(--*--)
T4	-0.59374	-0.50667	-0.41960	(--*--)

-0.60      -0.30      0.00      0.30

Se restó T2 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T3	-0.27707	-0.19000	-0.10293	(--*--)
T4	-0.12374	-0.03667	0.05040	(--*--)

-0.60      -0.30      0.00      0.30

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T4	0.06626	0.15333	0.24040	(--*--)

-0.60      -0.30      0.00      0.30

## APENDICE N°4

### ANOVA DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE TERMICO DE CRECIMIENTO DE TILPIAS DE LOS TRATAMIENTOS : T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	0.0032596	0.0010865	35.87	0.008
Error	8	0.0002423	0.0000303		
Total	11	0.0035019			

S = 0.005503    R-cuad. = 93.08%    R-cuad.(ajustado) = 90.49%

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
T1	3	0.09127	0.00110	(----*----)
T2	3	0.09840	0.00036	(----*----)
T3	3	0.13273	0.01076	(----*----)
T4	3	0.09572	0.00201	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----  
0.090      0.105      0.120      0.135

Desv.Est. agrupada = 0.00550

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T2	-0.007260	0.007133	0.021527	(----*----)
T3	0.027073	0.041467	0.055860	(----*----)
T4	-0.009940	0.004453	0.018847	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.030      0.000      0.030      0.060

Se restó T2 a:

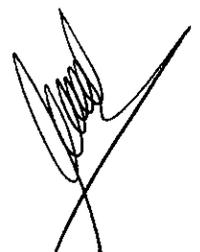
	Inferior	Centro	Superior	
T3	0.019940	0.034333	0.048727	(----*----)
T4	-0.017073	-0.002680	0.011713	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.030      0.000      0.030      0.060

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T4	-0.051407	-0.037013	-0.022620	(----*----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-0.030      0.000      0.030      0.060



## I. ANEXO

### -Instrumentos validados

#### Validez de los instrumentos para análisis de agua

#### Compuestos nitrogenados y pH, Oxígeno

La validez de cada uno de los instrumentos

Para hallar la concentración de amonio, se realizó el siguiente procedimiento:

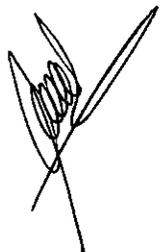
Se preparó una solución de 250 ml de  $\text{NH}_4$  a una concentración de 8 ppm partiendo de 0,00595 mg de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y 250 ml de Agua destilada. La solución de 8 ppm de  $\text{NH}_4$  sirvió para preparar 6 muestras patrón adicionales las cuales se muestran a continuación con sus respectivas concentraciones y una en blanco (muestra de 0 ppm de  $\text{NH}_4$ ).

**Cuadro anexo N°10. 1.**

#### Soluciones patrón de amonio

Fiola	Concentración de amonio $\text{NH}_4$	Volumen de 8ppm solución madre (ml)	Volumen de agua destilada (ml.)
1	0	0	50
2	1	6.25	43.75
3	2	12.5	37.5
4	3	18.75	31.75
5	4	25	25
6	5	31.75	18.75
7	6	37.5	12.5
8	7	43.75	6.25
9	8	50	0

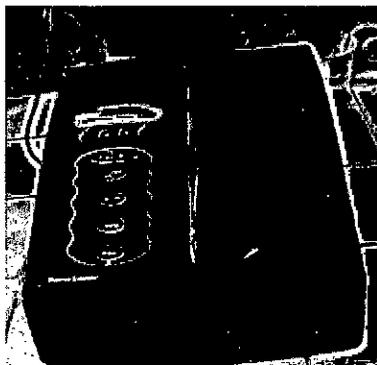
Fuente: Elaboración Propia (2019)



Se tomó muestras de 5 ml de cada una de las soluciones patrón y se vertió en tubos de ensayo con tapa. Luego se agregó los reactivos presentes en el test amonio. En cada una de las muestras se agregó 8 gotas de solución de prueba de amonio de API botella N°1. Se procedió a tapar el tubo de ensayo para mezclar el primer reactivo luego se agregó 8 gotas de solución de prueba de amonio API, botella N°2 se tapó el tubo de ensayo para luego mezclar y se agitó bien para mezclar. Se esperó entre 5 a 10 minutos para que el color se desarrolle por completo.

### **Figura anexo N°10. 1.**

#### **Espectrofotómetro Genesys 20 utilizado para la validar los instrumentos de análisis de agua**



Fuente: Elaboración propia (2019)

Luego se procedió a la lectura de cada una de las soluciones patrón con los colores desarrollados para esto se configuró el espectrofotómetro en 625 nm se inició desde la solución patrón de 0 ppm hasta llegar a la solución patrón de 8 ppm utilizando la misma cubeta en la cual se añadieron las soluciones con el color desarrollado para obtener todas las lecturas en las cuales se obtuvieron los siguientes datos de absorbancia.

**Cuadro anexo N°10. 2.**

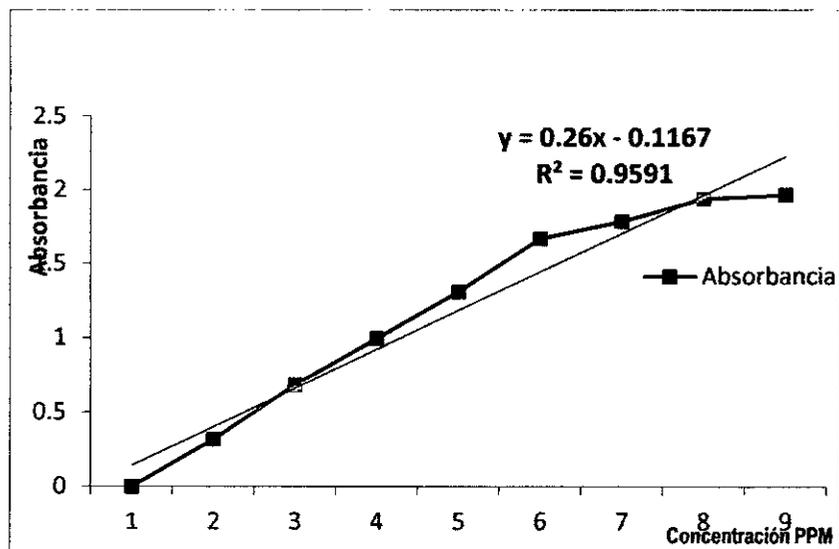
Soluciones patrón con los datos de absorbancia.

ppm	Absorbancia
0	0
1	0.315
2	0.683
3	0.993
4	1.306
5	1.667
6	1.785
7	1.935
8	1.945

Fuente: Elaboración propia (2019)

**Figura anexo N°10. 2.**

**Curva de Calibración de Amonio.**



Fuente: Elaboración propia (2019)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema general</p> <p>¿Con que porcentajes de saturación de oxígeno en el agua se tendrá una mejor ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento, en el cultivo tilapia nilótica?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>-Determinar la relación entre los porcentajes de saturación de oxígeno en el agua y ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento en tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i>.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>-Determinar La ganancia de peso, la tasa de crecimiento, conversión alimentaria y el coeficiente térmico de crecimiento en tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i> con porcentajes de saturación de 60% en el agua.</p> <p>-Determinar, la ganancia de peso la tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento en tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i> con 80% de saturación de oxígeno en las aguas.</p> <p>-Determinar la ganancia de peso, la tasa de crecimiento, conversión alimentaria y el coeficiente</p>	<p><b>Formulación de la hipótesis</b></p> <p>Con porcentajes de saturación de oxígeno de 100 120 % en el agua se obtendrán mejores ganancias de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento en el cultivo de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i></p>	<p>Variables independientes</p> <p>-Porcentajes de saturación de oxígeno en el agua</p> <p>Variables dependientes</p> <p>-Tasa de crecimiento</p> <p>-Conversión alimentaria</p> <p>-Coeficiente térmico de Crecimiento</p> <p>-Ganancia de peso</p>	<p><b>Tipo de diseño de la investigación</b></p> <p>Es una investigación experimental, aplicada y correlacional</p> <p><b>Diseño experimental</b></p> <p>El diseño experimental es unifactorial 1x4 (una variables independiente y 4 niveles de saturación de oxígeno, con 3 repeticiones) = 12 pruebas experimentales cada una con una duración de 120 días y 4 etapas haciendo un total de 480 días.</p> <p>Diseño experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo control (Hernández <i>et al.</i>, 2006):</p>	<p><b>Determinación del Universo</b></p> <p>La población del estudio está constituida por las tilapias nilótica de los tanques de crianza del laboratorio de acuicultura.</p> <p><b>7.3 Muestra</b></p> <p>La muestra estará constituida por 600 tilapias nilóticas con un peso promedio de 4 a 5 gramos distribuidos en 6 tanques experimentales con 100 peces en cada tanque</p>

	<p>térmico de crecimiento en</p> <p>tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i> con 100% de saturación de oxígeno en las aguas.</p> <p>- Determinar la ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y el coeficiente térmico de crecimiento en tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i> con 120% de saturación de oxígeno en las aguas.</p>				
--	---	--	--	--	--

