

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE CULTIVO DE
Oreochromis niloticus (TILAPIA) EN FASE DE CRECIMIENTO,
SOBRE LOS PARÁMETROS BIOECONÓMICOS”**

Tesis

Para Optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

WILLIAN NUÑEZ BUSTAMANTE

TINGO MARÍA – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

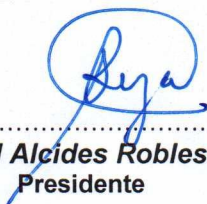
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

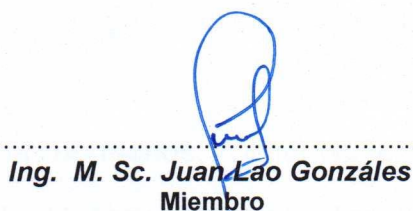
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 07:30 p.m. del 15 de mayo de 2017, para calificar la Tesis titulada **"EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* (TILAPIA) EN FASE DE CRECIMIENTO, SOBRE LOS PARÁMETROS BIOECONÓMICOS"**, presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **WILLIAN NUÑEZ BUSTAMANTE**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

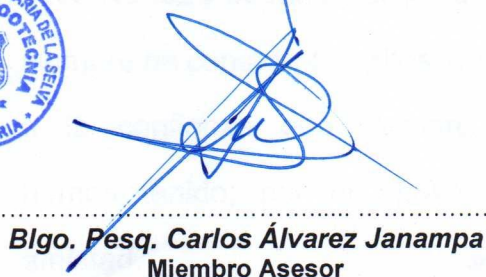
Tingo María, 16 de mayo de 2017.


.....
Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Presidente


.....
Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles
Miembro




.....
Ing. Wagner Severo Villacorta López
Miembro


.....
Blgo. Pesq. Carlos Álvarez Janampa
Miembro Asesor

Copia : Archivo

slcp/sec

DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza de siempre, permitiéndome llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más

A mis padres: Adriano Nuñez Alarcón y Ester Bustamante Ortiz, por sus esfuerzos desplegados.

A mi familia; por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos: Wilmer Nuñez, Jhon Jairo Nuñez y Jovana Nuñez; porque siempre he contado con ellos, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y la amistad.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Zootecnia que contribuyó en mi formación profesional.
- A todos los docentes de la Facultad de Zootecnia quienes con esfuerzo y criterio científico inculcaron el fortalecimiento de mi formación profesional.
- Al Blgo. Pesq. Alvarez Carlos, Ing. M.Sc. Robles Rafael, asesores del presente trabajo, por su labor como formador, su amistad, su apoyo desinteresado y supervisión de la presente tesis.
- Al Ing. M.Sc. José Eduard Hernández Guevara por su amistad y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. Villacorta Wagner, Ing. M.Sc. Lao Juan, Dr. Robles Rizal.
- A mis amigos, Bery Arrue, Marco Estrada, Hugo Cayetano, Lionard Puluche, Abrahán Amaringo, Jorge Medina, Luis Villanueva, Darío Mendoza, Jairo Loayza, Ivan Tucto, quienes me apoyaron desinteresadamente en el transcurso de mi carrera profesional.
- A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Tilapia del nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	3
2.2. Cultivo de tilapia	4
2.2.1. Cultivo en jaulas.....	4
2.2.2. Condiciones y parámetros de cultivo de Tilapia.....	5
2.2.3. Densidad del cultivo de tilapias.....	6
2.3. Trabajos de investigación sobre los parámetros bioeconómicos de tilapia.....	7
II MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Lugar y fecha de investigación.....	10
3.2. Tipo de investigación.....	10
3.3. Animales experimentales.....	10
3.4. Dieta y alimentación.....	11
3.5. Instalaciones y equipos.....	12
3.5.1. Estanque y preparación.....	12
3.5.2. Parámetros de calidad de agua.....	12
3.5.3. Jaulas flotantes.....	13
3.5.4. Equipos.....	13
3.6. Tratamientos.....	14
3.7. Croquis de distribución de tratamientos.....	14
3.8. Diseño y análisis estadístico.....	14
3.9. Variables independientes.....	16
3.10. Variables dependientes.....	16
3.11. Metodología para el cálculo de variables Respuestas.....	17
IV RESULTADOS	23
4.1. Parámetros biométricos en función a cuatro densidades de cultivo de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en la fase de crecimiento.....	23

	4.2. Parámetros económicos (beneficio neto y mérito económico) del cultivo de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en la fase de crecimiento, bajo diferentes densidades	28
V	DISCUSIÓN.....	30
	5.1. Parámetros biométricos.....	30
	5.1.1. Velocidad de crecimiento en peso (VCP)....	30
	5.1.2. Consumo diario de alimento.....	31
	5.1.3. Conversión alimenticia aparente (CAA).....	31
	5.1.4. Velocidad de crecimiento diario en longitud (VCDL).....	32
	5.1.5. Factor de condición (FC).....	33
	5.1.6. Biomasa (B).....	33
	5.1.7. Tasa de crecimiento específico en peso (TCEp).....	34
	5.1.8. Tasa de crecimiento específico en longitud (TCEL).....	34
	5.1.9. Supervivencia.....	34
	5.2. Parámetros económicos.....	35
VI	CONCLUSIONES.....	36
VII	RECOMENDACIONES.....	37
VIII	ABSTRAC.....	38
IX	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	39
X	ANEXO.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Fórmula y contenido nutricional de la ración.....	11
2. Parámetros de calidad de agua del experimento, durante los 60 días de evaluación.....	13
3. Evaluación de la velocidad de crecimiento en peso, consumo de alimento y conversión alimenticia aparente de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en la fase de crecimiento en función de cuatro densidades.....	23
4. Evaluación de velocidad de crecimiento en longitud, factor de condición y biomasa de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en la fase de crecimiento en función a cuatro densidades.....	24
5. Índice de crecimiento y sobrevivencia de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en cuatro densidades, en la fase de crecimiento.....	25
6. Correlación de las variables biométricas de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) en la fase de crecimiento, con respecto a las diferentes densidades.....	26
7. Costo de producción de <i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia) evaluados en cuatro densidades, en la fase de crecimiento.....	28
8. Beneficio neto (S/.) por densidad de siembra en una hectárea de espejo de agua.....	29

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la piscigranja “El encanto de SAIPAI”, ubicado en la Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco-Perú, con el objetivo de determinar el efecto de cuatro densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia), sobre los parámetros bioeconómicos. Para ello se emplearon 960 *Oreochromis niloticus* (tilapia) en fase de crecimiento con 60 días de edad y con 61.04 ± 0.89 g de peso vivo, los que fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos, 4 repeticiones y cada unidad experimental con 30, 50, 70 y 90 peces/ m³, generando los tratamientos t1, t2, t3 y t4, respectivamente. Los resultados muestran que los peces cultivados con densidad 30 peces/m³ presentaron mejor velocidad de crecimiento en peso, conversión alimenticia aparente, velocidad de crecimiento en longitud y sobrevivencia con 1.68 g/día, 1.33, 0.11 cm/día y 100%, respectivamente; entretanto, los peces cultivados con densidad de 70 y 90 peces/m³ mostraron mejor biomasa 5.12 y 5.41 kg/m³, respectivamente; sin embargo, los peces cultivados con densidad 50 peces/m³ mostró mayor utilidad 84.47%. En conclusión, las densidades de siembra influyen en la respuesta biológica de *Oreochromis niloticus* (tilapia); densidades menores reportan mejores respuestas a los parámetros biométricos, sin embargo densidades altas muestran mayor rendimiento económico.

Palabras claves: cultivo, bioeconómicos, alimentación, tilapia, jaulas flotantes, crecimiento.

I. INTRODUCCIÓN

Ante el desafío de satisfacer las necesidades nutricionales para la creciente población humana y la importante necesidad de conservar el medio ambiente y la biodiversidad, la producción animal se debe inclinar cada vez más a desarrollar actividades alternativas como la acuicultura, aplicando tecnologías viables con especies que respondan a las condiciones adversas en cautiverio y confinamiento; dentro de ello, la tilapia mejora su productividad y rentabilidad mediante la adopción de nuevos sistemas de manejo en jaulas flotantes que permitirá mejorar las densidades de siembra y optimizar la producción.

En la Amazonía Peruana, la tilapia es vista como una especie prolífera, depredadora y generadora de problemas en los estanques, limitando su uso como cultivo potencial; sin embargo, las jaulas permitirá a muchos acuicultores evitar su proliferación descontrolada, viabilizando el sistema de policultivo con el fin de optimizar la capacidad productiva de los estanques.

El desempeño productivo de la tilapia es alta, toda vez que como especie rústica soporta altas densidades de cultivo, amplia variedad de alimentos y variaciones en calidad de agua como es el oxígeno disuelto (3 mg/L), temperatura (8 – 36 °C) y pH (6 – 9); sin embargo, a pesar de las características positivas de rusticidad, en la región no se han reportado resultados de investigaciones sobre densidades de cultivo de tilapia, el cual permitirá mejorar su productividad y rentabilidad.

Por lo mencionado sobre el cultivo de tilapia; se plantea la siguiente hipótesis: cultivando la tilapia con densidades de 30, 50, 70 y 90 peces/m³ en condiciones de confinamiento en jaulas, se verá reflejado su efecto en las variables productivas; donde la densidad de 90 peces/m³ tendrá mejores rendimientos productivos y económicos por tanto, se propone los objetivos siguientes:

Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en fase de crecimiento, sobre los parámetros bioeconómicos, en Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros biométricos (velocidad de crecimiento en peso, consumo de alimento, biomasa, conversión alimenticia aparente, velocidad de crecimiento en longitud, factor de condición, tasa de crecimiento específico en peso, tasa de crecimiento específico en longitud y sobrevivencia) en el cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento, bajo diferentes densidades, en Tingo María.
- Determinar los parámetros económicos (beneficio neto y mérito económico) del cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento, bajo diferentes densidades, en Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*)

Esta especie se caracteriza por su alta calidad de filete y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno y es capaz de utilizar la productividad de fitoplancton y zooplancton de los estanques, como también puede ser manipulado genéticamente (TOLEDO, 2005).

Las tilapias son peces con poca exigencia respiratoria (0.5 a 5 mg/L de concentración de oxígeno), que viven en agua dulce, salobre y marina, soportan muy bien las variaciones de temperatura (18 a 42 °C), y las altas densidades (HUET, 1998). Además presentan una reproducción prematura donde alcanza la madurez sexual a partir de los 3 a 4 meses de edad con una longitud entre 8 y 18 cm (ALAMILLA, 2002).

Así mismo, TORRES *et al.* (2011) indica que la eficiencia con la que esta especie aprovecha el alimento y logra adaptarse a los diferentes medios se debe a características anátomo-fisiológicas particulares como la presencia de dientes faríngeos, branquioespinas, sustancia mucilagínosa secretada por el

esófago y la presencia un extenso intestino que mejora la digestión y absorción de los nutrientes.

2.2. Cultivo de tilapia

El cultivo de tilapia en el Perú se dio a inicios de los años setenta en ambientes controlados como son sistemas de estanques y jaulas flotantes, desarrollando con mayor potencial en las regiones de Piura, San Martín, Tumbes y Lima (RNIA, 2014). Así mismo, QUIÑONEZ (2008) da a conocer que la tilapia es cultivada en más de 100 países y ocupa el segundo puesto en la producción mundial con 1,6 millones de toneladas métricas al año.

2.2.1. Cultivo en jaulas

POPMA y LOVSHIN (1994), mencionan que el cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua a altas densidades (200 a 500 peces o 150 kg/m³). Sin embargo, CARDENAS (2012) menciona que los peces en cautiverio pasan por situaciones de estrés jerárquico, físico, químico y nutricional, produciendo alteraciones fisiológicas que son reflejadas en la producción.

Así mismo, este sistema de cultivo se caracteriza por evitar la reproducción, utilizando machos y hembras, por realizar varios tipos de cultivo en un mismo cuerpo de agua, e intensificar la producción de peces, facilitando el control de depredadores y reduciendo el costo de inversión inicial (MALCOM, 1986).

En jaulas con un alto recambio de agua (15 a 25 cm³/segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 kg/m³, también conversiones alimenticias de 1.6 a 1.8 para peces de 700 - 800 g y crecimientos de 3 a 4 g/día (RETA, 2008); a esto añade, GÓMEZ (2007) que los valores normales de conversión en la producción intensiva de tilapia en jaulas están entre 1.8: 1 y 2.3: 1 dependiendo de la semilla, densidad, manejo y tipo de alimento.

De tal manera que BOLAÑOS (2003) reportó que la tilapia roja híbrida (*Oreochromis spp.*) cultivada en jaulas flotantes en ambiente marino, no encontró diferencia significativa entre las densidades 80, 120 y 170 peces/m³ sin embargo la que presentó mejor crecimiento fue 80 peces/m³ solo machos.

2.2.2. Condiciones y parámetros de cultivo de tilapia

CANTOR (2007) manifiesta que se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua, teniendo en cuenta los siguientes parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua, dentro de ello tenemos: oxígeno disuelto: 3 a 10 mg/L, temperatura: 24 a 28 °C, pH: 6.5 a 9.0, dureza (alcalinidad: CaCO₃): 10 a 500 mg/L, dióxido de carbono (CO₂): 0 a 2.0 mg/L, amonio total: hasta 2.0 mg/mL, amonio (NH₃: no ionizado): 0 a 0.05 mg/L, nitritos (NO₂): 0 a 0.1 mg/L, gas metano (CH₄): 0 a 0.15 mg/L, turbidez (disco secchi): 30 a 40 cm.

2.2.3. Densidad del cultivo de tilapias

CARDENAS (2012) menciona que la densidad afecta directamente el desarrollo de los organismos en los sistemas de cultivo controlado, ya que entre mayor sean los organismos o la biomasa por m^3 , es menor el tiempo que perdura las condiciones físico-químicas del agua dentro de los límites de tolerancia de la especie.

Estudios realizados por CRUZ y RIDHA (1991) en cultivo semi intensivo de *O. spilurus* en fase de crecimiento en aguas marinas, obtuvieron mejores resultados con la densidad de 200 peces/ m^3 equivalente a 30 kg/ m^3 , similar a lo reportado por MENA *et al.* (2002) con densidades de 150 peces/ m^3 equivalente a 21 kg/ m^3 . Sin embargo, GÁLVEZ (1995) afirma que la densidad mínima de siembra recomendada para la tilapia en jaulas, es de 80 peces/ m^3 equivalente a 7 kg/ m^3 , con tasas de sobrevivencia de 98 a 100%.

Estudios realizados por WEDLER y CRUZ (2006) en tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en fase de inicio-crecimiento, bajo un sistema semi intensivo en agua marina, obtuvieron mejores resultados con 80 peces/ m^3 equivalente a 12 kg/ m^3 , sin embargo BALCAZAR *et al.* (2004) no encontraron diferencia significativa con tilapia roja (*O. mossamicus* x *O. niloticus*) con densidades de 100, 200 y 300 peces/ m^3 equivalentes a 15.7, 16.2 y 17.4 kg/ m^3 , respectivamente.

FAO (2007) señala que en Tailandia el cultivo extensivo de tilapia se siembra en densidades de 1 y 3 peces/ m^3 hasta alcanzar un peso de

entre 400 y 500 g, en un período de 5 a 8 meses. Así mismo, menciona que en Brasil, los volúmenes de las jaulas y las densidades de siembra varían de, 200 a 300 peces/m³ y de 25 a 50 peces/m³. También indica que en Colombia, alevines machos son sembrados con 30 g hasta alcanzar 150 y 300 g en un período de 6-8 meses con densidades de 160 y 350 peces/m³.

2.3. Trabajos de investigación sobre los parámetros bioeconómicos de tilapia

VEGA *et al.* (2010) reportaron en una evaluación de cultivo semi intensivo de tilapia nilo, con densidades de 40 y 50 peces/m³ (4.7 y 14.5 kg/m³) en un periodo de cultivo 36 y 80 días respectivamente, logrando ganancias en peso de 3.29 y 3.63 g/día; supervivencia de 99.5 y 79 %; consumo de alimento diario de 3.1 y 6.2 g/día y conversión alimenticia de 0.94 y 1.66 respectivamente; así mismo obtuvo un costo/kg de tilapia de 29.9 Pesos mexicanos (S/. 4.59).

De la misma manera en una evaluación de cultivo intensivo de tilapia roja con densidades de 73, 150 y 350 peces/m³ en un periodo de 180 días, se obtuvo ganancia de peso de 1.63, 1.56 y 1.30 g/día, biomasa de 18.98, 37.35 y 21.31 kg/m³, conversión alimenticia de 3.3, 3.4 y 3.6 y supervivencia de 94.2, 97.7, 31.4 % respectivamente (FRAGA *et al.*, 2012).

MEJIA (1993) en una investigación de tilapia de nilo, cultivados en un sistema extensivo con 2 peces/m³, alimentados con estiércol de cerdos, en un periodo de 198 días, donde se obtuvo una ganancia de peso de 1.13g/día, biomasa de 0.44 kg/m³, longitud promedio 21.94 cm (0.11 cm/día) y una

supervivencia 29.52 %. Así mismo, presentó una rentabilidad de 95.21 % con un costo de producción de S/ 4.51/kg de peces eviscerados.

Realizado un estudio en cultivo de tilapia *sp*, bajo un sistema semi extensivo, en densidades de 2, 4, 6 y 8 peces/m³ en un periodo de 180 días, donde se obtuvo un ganancia de peso 1.32, 1.14, 1.13 y 1.08 g/día, consumo de alimento 2.00, 1.9, 1.95 y 1.76 g/día, conversión alimenticia 1.62, 1.85, 1.80 y 1.86, biomasa de 0.47, 0.8, 1.15 y 1.45 kg/m² respectivamente, supervivencia promedio de 62.53 %, así mismo, presentó un análisis económico de utilidad neta/ pez de 0.28, 0.22, 0.23 y 0.21 y una rentabilidad de 53.25, 48.41, 51.57 y 50.03 % (SIVISACA, 2010).

VARGAS (2015) evaluó en un periodo de 180 días a la tilapia roja con una densidad de 10 peces/m³ (2.6 kg/m³), bajo un sistema semi extensivo, donde obtuvo una ganancia de peso 1.46 g/día, un incremento en longitud de 0.11 cm/día, consumo de alimento de 2.49 g/día, una conversión alimenticia de 1.87 y una supervivencia de 94.89 %. Así mismo, presentó una rentabilidad negativa debido al alto costo en la construcción de los estanques.

En un trabajo de investigación de tilapia nilo se evaluó una densidad de 5 peces/m³ en un periodo de 165 días, donde se obtuvo una ganancia de peso de 1.09 g/día, biomasa de 0.862 kg/m³, factor de condición de 1.536 % y un incremento en longitud de 0.15 cm/día (GARCIA *et al.*, 2012). Así mismo, RIOS (2009) menciona que el factor de condición o Fulton (K) viene a ser la relación del peso con la longitud, donde, si K es menor a la unidad, diremos que

el pez está pasando un mal momento y si es mayor diremos que el pez goza de buena salud.

GASPAR *et al.* (2012) en una evaluación de la tilapia del nilo bajo un sistema semi intensivo, con densidades de 36 y 44 peces/m³ equivalente a 3.8 y 10.6 kg/m³ en un periodo de 180 y 210 días, obtuvieron una ganancia de peso de 0.6, 1.15 g/día, conversión alimenticia de 3.5 y 2.0 y supervivencia de 82.91 y 98.9 % respectivamente. De tal manera TRIANA *et al.* (2013) en una evaluación de tilapia roja en un periodo de 60 días, con un peso inicial de 5.96 g, obtuvieron una ganancia de peso de 0.55 g/día, tasa de crecimiento específico en peso de 2.73 % y conversión alimenticia 1.09.

SANDOVAL (2010) realizó una evaluación de cultivo semi intensivo de paco (*Piaractus brachipomus*) hasta las fase de crecimiento con densidades de 50, 75 y 100 peces/m³ equivalente a 11.9, 14.7 y 16.3 kg/m³, donde logró una velocidad de crecimiento en peso de 1.29, 1.04 y 0.86 g/día, velocidad de crecimiento en longitud de 0.07, 0.06 y 0.05 cm/día, tasa de crecimiento específico en peso de 1.57, 1.45 y 1.35 %, tasa de crecimiento específico en longitud 0.49, 0.45 y 0.41 %, factor de condición de 2.46, 2.46 y 2.55 %, conversión alimenticia de 1.64, 1.88 y 2.17 respectivamente. Así mismo, obtuvo un costo de producción (S/.) de 5.04, 5.18 y 5.58/kg de peso y beneficio neto por tratamiento de 70.164, 80.237 y 69.421 respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la piscigranja “El Encanto de SAIPAI”, el cual se encuentra ubicado en el caserío de Saipai, Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; Perú. Geográficamente ubicada a 09° 51 00” latitud sur 75° 23 27” de longitud oeste, con una altitud de 630 msnm., temperatura media anual de 25.6°C, humedad relativa de 83.6 %; Ecológicamente ubicado en la zona de vida bosque muy húmedo pre montano subtropical (SENAMHI, 2015). La investigación tuvo una duración de 60 días, del 05 de noviembre del 2015 al 05 de enero del 2016.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Animales experimentales

Se trabajó con 960 peces de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) en la fase de crecimiento, obtenidos por reproducción natural en el fundo “El Encanto de SAIPAI”, los cuales fueron distribuidos al azar, independientemente

de su sexo, en 4 tratamientos, con 4 repeticiones, con un peso promedio de 61.04 ± 0.89 g y una edad de dos meses.

3.4. Dieta y alimentación

La administración del alimento se realizó de forma manual con una frecuencia de dos veces por día (9.00 y 16.00 horas), la cantidad de ración a ofrecer se calculó en función a la biomasa, donde la tasa de alimentación se reajustó permanentemente durante las evaluaciones; la ración semi extrusado utilizada fue elaborada en la planta de alimento balanceado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, con 28.82 % de proteína y de 4 mm de diámetro.

Cuadro 1. Fórmula y contenido nutricional de la ración

Insumos	Porcentual (%)
Harina de pescado	15.0
Torta de soya	40.0
Maíz	27.0
Polvillo de arroz	12.0
Aceite de palma	3.0
Cloruro de colina	0.4
Sal mineral	1.7
Carbonato de calcio	0.3
Melaza	0.6
Contenido nutricional	
Proteína	28.82 %
Energía digestible	3258.76 kcal/kg

Fórmula empleada en la piscigranja "EL ENCANTO DE SAIPAI"

3.5. Instalaciones y equipos

3.5.1. Estanque y preparación

Se utilizó un estanque cuyas características fueron: largo 53 m, ancho 15 m, área de 795 m², profundidad de 1.5 m. y con una pendiente de 1%, que se acondicionó retirando ramas, piedras, palos, troncos caídos, etc., se desinfectó con material calcáreo, en una proporción de 40 kg por cada 1000 m², además se fertilizó con abono orgánico (gallinaza) en una proporción de 150 g por m² de espejo de agua.

3.5.2. Parámetros de calidad de agua

El monitoreo del agua se realizó empleando dos equipos: el Oxímetro marca YSI modelo Y60020, para registrar el oxígeno disuelto y temperatura todos los días a las 10:00 y 15:00 horas específicamente y el Kit la MOTTE – Modelo AQ-2, para determinar los parámetros de pH, dureza, dióxido de carbono, nitrito, amonio no ionizado, realizado en tres etapas: el día 1, 30 y 60 de la evaluación.

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua del experimento, durante los 60 días de evaluación

Parámetros	Unidades	Tiempo (días)		
		0	30	60
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.65	7.60	7.49
Temperatura	°C	26.74	26.76	26.73
Ph		6.88	6.88	6.85
Dureza	mg/L	21.50	21.50	21.50
CO ₂	mg/L	9.0	9.0	10.0
Nitrito	mg/L	0.06	0.07	0.07
Amonio (NH ₃ -N)	mg/L	0.06	0.08	0.09

3.5.3. Jaulas flotantes

Dentro del estanque se instaló 16 jaulas flotantes de 1 m³ cada una, estas jaulas fueron confeccionadas con estructura de tubos de PVC de ½ pulgada, cubiertas con malla anchovetera de ½ pulgada, donde la altura de la base de las jaulas con respecto al suelo fue de 10 cm, al igual que entre jaulas.

3.5.4. Equipos

- 01 kit de análisis de agua de marca LA MOTTE – Modelo AQ-2.
- 01 Oxímetro digital, marca YSI – Modelo Y60020.
- 01 balanza digital, marca OHAUS - Modelo SB2.
- 01 ictiómetro de 30 cm.

3.6. Tratamientos

Consistió en la distribución de diferentes densidades de peces de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) en la fase de crecimiento.

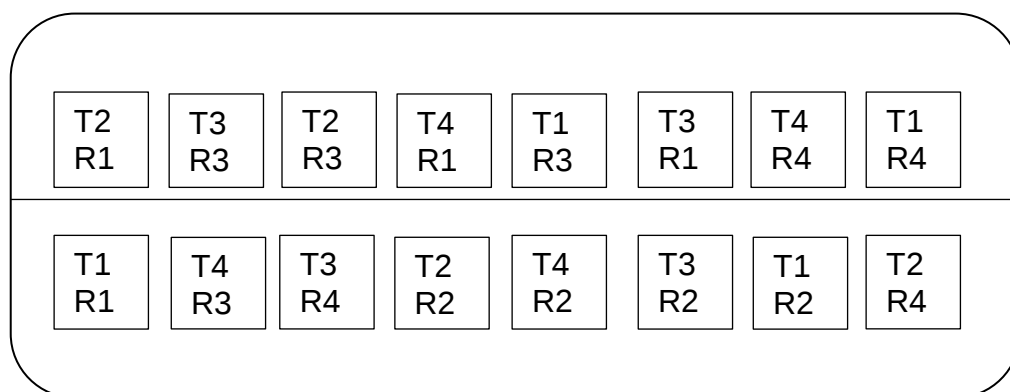
T1: Densidad de 30 peces/m³

T2: Densidad de 50 peces/m³

T3: Densidad de 70 peces/m³

T4: Densidad de 90 peces/m³

3.7. Croquis de distribución de tratamientos



3.8. Diseño y análisis estadístico

Para las variables biométricas se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cada tratamiento con cuatro repeticiones y cada repetición con una unidad experimental de un metro cúbico. Se realizó el análisis de varianza con el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2016), cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación de la j-ésima jaula, en la i-ésima densidad

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de la i-ésima densidad

E_{ij} = Error experimental

Para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se realizó el análisis de correlación con el coeficiente de Pearson para posteriormente realizar la regresión lineal utilizando el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2016), cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = a + b(x) + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Estimación de la i-ésima observación de la variable dependiente

a = Intercepto (intercepto de la línea de regresión n con el eje Y)

b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión)

x = La i-ésima observación de la variable regresora

E_{ij} = Error aleatoria de la i-ésima observación

3.9. Variables independientes

- Densidades de cultivo de tilapias nilo (*Oreochromis niloticus*) por metro cúbico, en niveles de 30, 50, 70 y 90 peces.

3.10. Variables dependientes

Parámetros biométricos:

- Velocidad de crecimiento en peso, g/día
- Consumo de alimento, g/día
- Conversión alimenticia aparente
- Velocidad de crecimiento en longitud, cm/día
- Factor de condición, %
- Biomasa, kg/m³
- Tasa de crecimiento específico en peso, %
- Tasa de crecimiento específico en longitud, %
- Supervivencia, %

Parámetros económicos:

- Beneficio neto, S/.
- Merito económico, %

3.11. Metodología para el cálculo de variables respuestas

Velocidad de crecimiento en peso (VCP)

Para esta evaluación se utilizó una balanza digital de 1 kg para ello los peces se colocaron en recipientes con agua para así proceder con el registro de peso respectivo, luego se les devolvió a su compartimiento, esta evaluación se realizó cada 15 días. La fórmula fue la siguiente.

$$VC_p = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{Tiempo (días)}}$$

Consumo de alimento (CA)

La cantidad de alimento suministrado se determinó mediante la biomasa obtenidas en muestreos quincenales, empleando la tasa de alimentación de 3 y 2.5 % para peces con 60 – 100 g y 100 – 200 g respectivamente, así mismo la dos primeras semanas se logró una tasa de alimentación de 1.5%. Para lo cual se usó las siguientes fórmulas:

- Biomasa

$$B = N^{\circ}P * W_p$$

Donde:

B = Biomasa

$N^{\circ}P$ = Número de peces

W_p = Peso promedio

- Alimento suministrado (AS):

$$AS = \frac{TA * B(kg)}{100}$$

Donde:

AS = Alimento suministrado

TA = Tasa de alimentación

B = Biomasa en Kg

Conversión alimenticia aparente (CAA)

Es la relación entre el alimento consumido (AC) y la ganancia de peso (GP) teniendo en cuenta que se considera el total de alimento ofertado como el total de alimento consumido; se utilizó la siguiente formula:

$$CAA = \frac{AC (Kg)}{GP (Kg)}$$

Velocidad de crecimiento en longitud (VCL)

Para evaluar la tasa de crecimiento en talla se midió la longitud estándar de los peces, la cual va desde la parte anterior de la boca del pez, hasta la base del pedúnculo, para lo cual se utilizó un ictiómetro de 30 cm. La fórmula fue la siguiente:

$$VC_t(mm/dia) = \frac{Longitud\ final\ (mm) - Longitud\ inicial\ (mm)}{Tiempo\ (días)}$$

Factor de condición (FC)

Manifiesta el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio donde vive, la cual se determinó mediante la fórmula siguiente:

$$FC = \frac{PT}{L^3} * 100$$

Donde:

FC = Factor de condición

PT = Peso total (g)

L^3 = Longitud total (cm)

Tasa de crecimiento específico en peso (TCE_p)

Expresa el peso condicionado por los factores ambientales y de manejo. Se evaluó en función del peso final, peso inicial y días de crecimiento, expresado como porcentajes del crecimiento por día, empleando la expresión:

$$TCE_p = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{T\ (días)} * 100$$

Dónde:

$\ln$ = Logaritmo natural

- Pf = Peso final
 Pi = Peso inicial
 T = Tiempo

Tasa de crecimiento específico en longitud (TCE_L)

Está condicionado por los factores ambientales y de manejo, expresado en porcentaje de crecimiento por día y se usó la siguiente formula.

$$TCE_L = \frac{\ln Lf - \ln Li}{T \text{ (días)}} \times 100$$

Dónde:

- Lf = Longitud final
 Li = Longitud inicial
 $\ln$ = Logaritmo natural
 T = Tiempo

Supervivencia (S)

Se estimó el porcentaje de sobrevivencia, el cual está dada por la diferencia entre el número inicial y final de peces, calculándolo mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

Donde:

S = Supervivencia en porcentaje

N_i = Número peces vivos inicialmente

N_f = Número peces vivos al final

Rendimiento económico

Se determinó a través del beneficio neto por animal y por kg de peso por cada tratamiento, en función de los costos de producción, las cuales se consideró los costos variables (costo de alimento) y costos fijos (precio de compra de tilapia, mano de obra y medicamentos). Los cálculos del beneficio neto para cada tratamiento se analizaron mediante la siguiente ecuación:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

BN_j = Beneficio neto en Nuevos Soles (S/.) por animal

j = Tratamiento

P = Precio por kg del pescado (S/.)

Y_j = Peso final por cada tratamiento (S/. /Kg)

CV_j = Costo variable por pescado/ tratamiento (S/.)

CF_j = Costo fijo por pez (S/.)

Para el análisis de mérito económico, se empleó la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{BN}{CT} * 100$$

Dónde:

ME = Merito económico en porcentaje.

BN = Beneficio neto por tratamiento.

CT = Costo total por tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros biométricos en función a cuatro densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento

En el Cuadro 3 se muestran la variación del comportamiento de la velocidad de crecimiento en peso (g/día), consumo de alimento (g/día) y conversión alimenticia aparente de *Oreochromis niloticus* en la etapa de crecimiento evaluado en cuatro densidades, notándose diferencia estadística ($p < 0.05$) para estos parámetros biométricos.

Cuadro 3. Evaluación de la velocidad de crecimiento en peso, consumo de alimento y conversión alimenticia aparente de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento en función de cuatro densidades

Tratamiento (Densidad)	PI (g)	PF (g)	VCP (g/día)	CDA (g/día)	CAA
30 peces/m ³	61.94	162.81 a	1.68 a	2.23 a	1.33 a
50 peces/m ³	60.27	148.27 b	1.47 b	2.08 b	1.43 a
70 peces/m ³	61.00	134.18 c	1.22 c	2.04 c	1.64 b
90 peces/m ³	60.93	121.07 d	1.00 d	2.00 c	2.01 c
p-valor	-----	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
R ²	-----	0.99	0.98	0.94	0.95

Letras diferentes dentro de la misma columna, indican diferencia estadística (Tukey 5%). PI: Peso inicial, PF: Peso final, VCP: Velocidad de crecimiento de peso, CDA: Consumo diario de alimento y CAA: Conversión alimenticia aparente, R²: Coeficiente de determinación.

En el Cuadro 4 se observa la tendencia de velocidad de crecimiento en longitud (cm/día), factor de condición (%) y biomasa (kg/m³) de *Oreochromis niloticus* evaluados en cuatro densidades en jaulas, los cuales presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), excepto para el factor de condición ($p > 0.05$).

Cuadro 4. Evaluación de velocidad de crecimiento en longitud, factor de condición y biomasa de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento en función a cuatro densidades

Tratamiento (Densidad)	LI (cm)	LF (cm)	VCL (cm/día)	FC (%)	B (kg/m ³)
30 peces/m ³	10.43	17.13 a	0.11 a	3.24	3.03 c
50 peces/m ³	10.50	16.58 a	0.10 b	3.27	4.40 b
70 peces/m ³	10.68	15.95 b	0.09 c	3.32	5.12 a
90 peces/m ³	10.68	15.23 c	0.08 c	3.44	5.41 a
p-valor	-----	0.0002	0.0001	0.72	0.0001
R ²	-----	0.80	0.87	0.10	0.98

Letras diferentes dentro de la misma columna, indican diferencia estadística (Tukey 5%). LI: Longitud inicial, LF: Longitud final, VCL: Velocidad de crecimiento en longitud, FC: Factor de condición y B: Biomasa, R²: Coeficiente de determinación.

En el cuadro 5 se muestra los índices de tasa de crecimiento específico en peso (%), tasa de crecimiento específico en longitud (%) y supervivencia (%) de *Oreochromis niloticus* en cuatro densidades en la etapa de crecimiento donde presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para TCEp y TCEL, excepto para S ($p > 0.05$).

Cuadro 5. Índices de crecimiento y sobrevivencia de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en cuatro densidades, en la fase de crecimiento

Tratamiento (Densidad)	TCE _p (%)	TCE _L (%)	S (%)
30 peces/m ³	1.61 a	0.83 a	100
50 peces/m ³	1.50 b	0.76 a	99.50
70 peces/m ³	1.31 c	0.67 b	99.29
90 peces/m ³	1.14 d	0.59 b	99.17
p-valor	0.0001	0.0006	0.53
R ²	0.97	0.75	0.16

Letras diferentes dentro de la misma columna, indican diferencia estadística (Tukey 5%). TCE_p: Tasa de crecimiento específico en peso, TCE_L: Tasa de crecimiento específico en longitud y S: Supervivencia y R²: Coeficiente de determinación.

En el cuadro 6 y figuras 01, 02, 03, 04, 05 y 06 se muestra el análisis de las variables biométricas como es el peso inicial (g), peso final (g), velocidad de crecimiento en peso (g/día), consumo diario de alimento (g), conversión alimenticia aparente, longitud inicial (cm), longitud final (cm), velocidad de crecimiento en longitud (cm/día), factor de condición (%), biomasa (kg/m³), tasa de crecimiento específico en peso (%), tasa de crecimiento específico en longitud (%) y supervivencia (%), con respecto a las densidades del cultivo de *Oreochromis niloticus* en la fase de crecimiento.

Cuadro 6. Correlación de las variables biométricas de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento, con respecto a las diferentes densidades

Tratamientos	Variables biométricas	Coeficiente de Pearson	p-valor
Densidades	PI	-0.30	0.2616
	PF	-0.99	0.0001
	VCP	-0.99	0.0001
	CDA	-0.89	0.0001
	CAA	0.94	0.0001
	LI	0.23	0.3853
	LF	-0.89	0.0001
	VCL	-0.93	0.0001
	FC	0.30	0.2514
	B	0.95	0.0001
	TCE _p	-0.98	0.0001
	TCE _L	-0.86	0.0001
	S	-0.38	0.1437

PI: peso inicial, PF: peso final, VCP: velocidad de crecimiento en peso, CDA: consumo diario de alimento, conversión alimenticia aparente, LI: longitud inicial, LF: longitud final, VCL: velocidad de crecimiento en longitud, FC: factor de condición, B: biomasa, TCE_p: Tasa de crecimiento específico en peso, TCE_L: Tasa de crecimiento específico en longitud y S: Supervivencia.

Posteriormente se realizó la regresión lineal solo para las variables con alto coeficiente de correlación los cuales se muestran en las siguientes figuras.

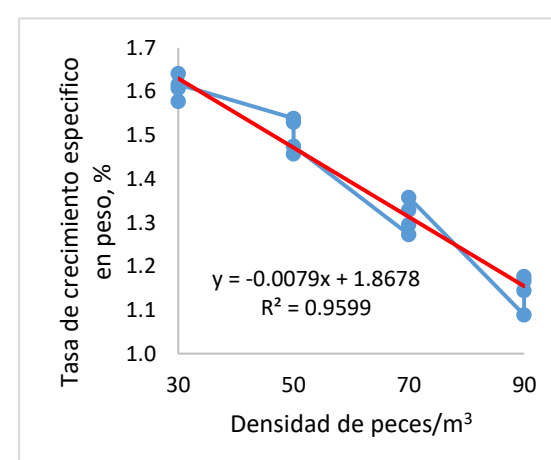
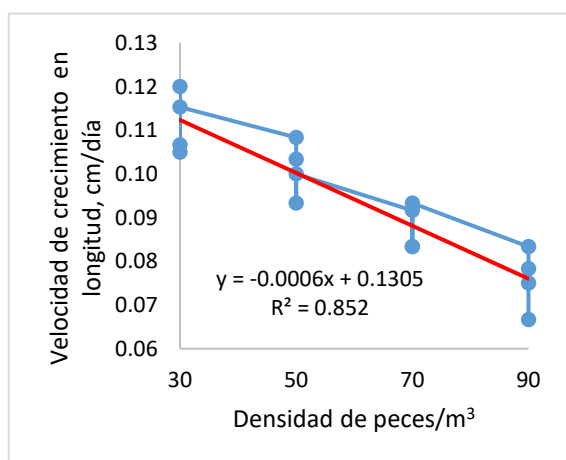
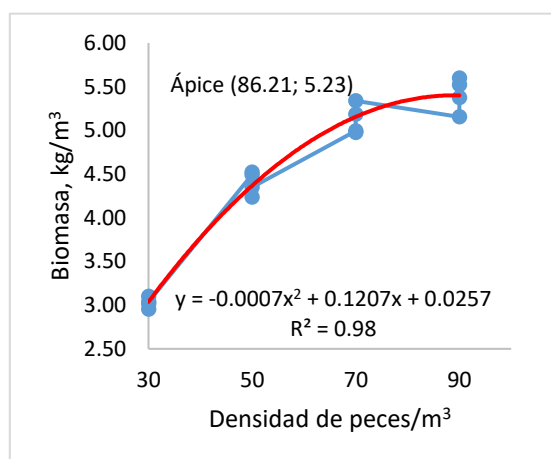
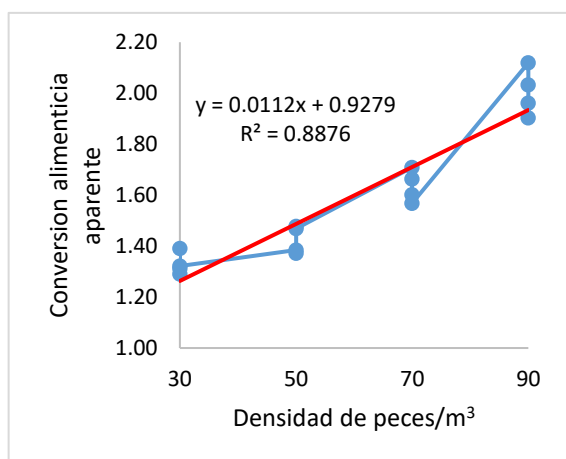
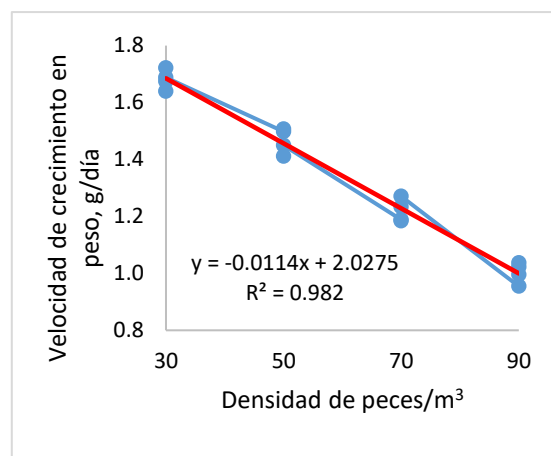
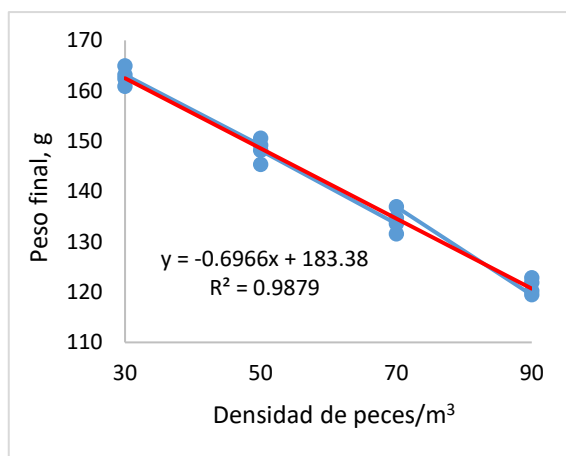


Figura 05. Regresión lineal para velocidad de crecimiento en longitud, cm/día.

Figura 06. Regresión lineal para tasa de crecimiento específico en peso, %.

4.2. Parámetros económicos (beneficio neto y mérito económico) del cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en la fase de crecimiento, bajo diferentes densidades

En el Cuadro 7, se observa los costos de producción, beneficio neto (BN) (por pez y kilogramo de tilapia) y mérito económico (ME) de *Oreochromis niloticus* bajo cuatro densidades en jaulas, en la etapa de crecimiento.

Cuadro 7. Costo de producción de *Oreochromis niloticus* (tilapia) evaluados en cuatro densidades, en la fase de crecimiento

Densidades	Y	PY	CT	BN (S/.)		ME
	g	S/.	S/.	Por pez	Por kg	(%)
30 peces/m ³	100.87	121.04	65.40	0.46	4.60	85.07
50 peces/m ³	87.99	174.49	94.60	0.40	4.58	84.47
70 peces/m ³	73.17	202.20	122.43	0.29	3.95	65.16
90 peces/m ³	60.13	212.84	153.58	0.17	2.78	38.59

Y: Ganancia de peso/pez (g), PY: Ingreso bruto en soles (precio de venta 10 soles/kg de pez vivo), CT: Costo total (S/.), BN: Beneficio neto y ME: Merito económico (%).

Como se observa en el Cuadro 7 los mayores méritos económicos se obtienen en las densidades de 30 y 50 peces/m³, es decir con el mérito económico de 85.07 y 84.47 céntimos por sol invertido respectivamente.

En el cuadro 8 se muestra el análisis de beneficio neto por espejo de agua los cuales muestra que las densidades de 50 y 70 peces/m³ logran mayores beneficios netos que otras densidades.

Cuadro 8. Beneficio neto (S/.) por densidad de siembra en una hectárea de espejo de agua

	Ingreso	Costo total	Beneficio neto/4	Beneficio
Densidades	total (S/.)	(S/.)	m ³	neto/ ha
30 peces/m ³	121.04	65.40	55.64	139,090.19
50 peces/m ³	174.49	94.60	79.90	199,749.52
70 peces/m ³	202.20	121.93	79.78	199,441.90
90 peces/m ³	212.84	152.58	59.26	148,155.89

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros biométricos

En el cuadro 2, 3, 4 y 5 se muestran los resultados y el análisis de los parámetros biométricos de *Oreochromis niloticus*, donde peso final (PF), velocidad de crecimiento en peso (VCP), consumo diario de alimento (CDA), conversión alimenticia aparente (CAA), longitud final (LF), velocidad de crecimiento en longitud (VCL), biomasa (B), tasa de crecimiento específico en peso (TCE_p) presentan diferencia estadística ($p < 0.05$) entre densidades, sin embargo la variable factor de condición (FC) y supervivencia resultaron no significativo estadísticamente ($p > 0.05$), esto puede ser influenciado por las condiciones de espacio y estrés de los peces, de tal manera que CARDENAS (2012) menciona que la densidad en peces afecta directamente el desarrollo de los organismos en los sistemas de cultivo controlado.

5.1.1. Velocidad de crecimiento en peso (VCP)

Los resultados sobre velocidad de crecimiento en peso de *Oreochromis niloticus* presenta diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre las distintas densidades, deduciendo que por cada pez que se incrementa en un m^3 el peso disminuye en 0.011 g (Figura 02), donde la densidad de 30 peces/ m^3 presentó mejores respuestas con un valor de 1.68 g/día, siendo estos valores

similares a lo encontrado por SIVISACA (2010), VARGAS (2015) y GARCIA *et al.* (2012) con densidades menores y superior a lo reportado por GASPAR *et al.* (2012) con densidades semejantes; sin embargo, fue inferior al reportado por VEGA *et al.* (2010) con densidades similares; posiblemente estas diferencias de deba al aprovechamiento de la productividad primaria de los estanques.

5.1.2. Consumo diario de alimento

Los resultados sobre consumo diario de alimento muestran diferencia estadística entre las distintas densidades de *Oreochromis niloticus*, con valores de 2.00 a 2.23 g/día entre densidades, siendo estos valores similares a lo encontrado por SIVISACA (2010) y VARGAS (2015) con densidades menores, sin embargo, VEGA *et al.* (2010) obtuvieron consumos mayores con densidades altas; generando estas variaciones a posibles efectos de espacio entre peces.

5.1.3. Conversión alimenticia aparente (CAA)

Los resultados sobre conversión alimenticia muestran diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de tilapia nilo, donde el cultivo con densidades de 30 y 50 peces/m³ (1.33 y 1.43 respectivamente) presentaron los resultados estadísticamente más eficientes comparado con las demás densidades; de tal manera que por cada pez que se incrementa en un m³ la conversión alimenticia se incrementa en 0.0112 unidades; siendo estos resultados similares a lo encontrado por VEGA *et al.* (2010), SANDOVAL (2010) y difieren con GASPAR *et al.* (2012) con densidades similares, y similares a

SIVISACA (2010) y VARGAS (2015) con bajas densidades, sin embargo FRAGA *et al.* (2012) logró una conversión muy alta con densidades altas.

Estas variaciones podrían ser explicados por las características fisiológicas y genéticas que las tilapias del nilo presentan, como la poca exigencia respiratoria (0.5 a 5 mg/l de concentración de oxígeno), adaptación al calor (18 a 42 °C), y a las altas densidades tal como lo indica HUET (1998), a esto añade TORRES *et al.* (2011), que la tilapia tiene tolerancia a una baja calidad de agua y buen aprovechamiento de la productividad primaria de los estanques (TOLEDO, 2005).

Así mismo, GÓMEZ (2007) indica que los valores normales de conversión en la producción intensiva de tilapia en jaulas están entre el rango de 1,8 y 2,3 semejándose a los resultados obtenidos en nuestra evaluación; sin embargo, GÁLVEZ (1995) afirma que la densidad mínima de siembra recomendada para la tilapia en jaulas, es de 80 peces/m³.

5.1.4. Velocidad de crecimiento diario en longitud (VCDL)

Los resultados sobre velocidad de crecimiento diario en longitud muestran diferencia estadística entre las diferentes densidades de cultivo de tilapia nilo, donde la densidad de 30 peces/m³ presenta mejor resultado con 0.11 cm/día comparado con las demás densidades, de tal manera, que por cada pez que se aumenta en la densidad, el crecimiento en longitud disminuye en 0.0006 cm/día (Figura 05); estos resultados son similares a lo encontrado por MEJIA

(1993), VARGAS (2015) y GARCIA *et al.* (2012) quienes obtuvieron 0.11 y 0.15 cm/día con bajas densidades respectivamente.

5.1.5. Factor de condición (FC)

Los resultados sobre factor de condición (%) no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las diferentes densidades de cultivo de tilapia nilo, con valores de 3.24 a 3.44 %, siendo estos valores superiores a lo encontrado por GARCIA, *et al.* (2012) quien obtuvo $K = 1.5$ % con baja densidad y SANDOVAL (2010) quien logró $K = 2.44$ y 2.55 % con altas densidades, de tal manera RIOS (2009) concluye que los peces con K mayor que 1 % gozan de buena salud; estos resultados puede estar influenciado por el recambio de agua continuo.

5.1.6. Biomasa (B)

Los resultados sobre biomasa (B) muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de cultivo de tilapia nilo, variando de 3.04 kg/m^3 a 5.41 kg/m^3 , donde la mayor densidad presentó mayor biomasa, así mismo FRAGA *et al.* (2012) con densidades de 73, 150 y 350 peces/m^3 en un periodo de 180 días, obtuvieron biomásas de 18.98, 37.35 y 21.31 kg/m^3 respectivamente, siendo superior a lo encontrado en esta evaluación.

Sin embargo, SIVISACA (2010) y GARCIA *et al.* (2012) en una evaluación con tilapia con bajas densidades en un periodo de 180 días obtuvieron una biomasa menor en comparación al presente trabajo; estas

variaciones puede deberse a que las condiciones físicas químicas del agua de las tilapias en evaluación presentaron características adecuadas tal como lo menciona CANTOR (2007), así mismo, las tilapias se caracterizan por su rusticidad y adaptabilidad al medio que les rodea (POPMA y LOVSHIN, 1994).

5.1.7. Tasa de crecimiento específico en peso (TCE_p)

Los resultados sobre tasa de crecimiento específico en peso (TCE_p) muestran diferencias significativas entre las diferentes densidades de cultivo de tilapia nilo, obteniéndose un mayor resultado con la densidad de 30 peces/m³ con TCE_p de 1.61 %, muy similar a lo encontrado por SANDOVAL (2010) en *Piaractus brachipomus* (paco) con mayores densidades y TRIANA *et al.* (2013) de 2.73 % en 60 días en la fase de inicio; estas variaciones pueden estar influenciado por factores externos calidad de agua, espacio y recambio de agua.

5.1.8. Tasa de crecimiento específico en longitud (TCE_L)

Los resultados sobre tasa de crecimiento específico en longitud muestran diferencias estadísticas ($p < 0.05$) para las densidades 30 y 50 peces/m³ con respecto a 70 y 90 peces/m³, siendo estos valores superiores a lo encontrado por SANDOVAL (2010) en el cultivo de paco con altas densidades.

5.1.9. Supervivencia

Los resultados sobre supervivencia no mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de cultivo de tilapia nilo,

obteniéndose un valor cerca al 100 %, semejándose a lo encontrado por VEGA *et al.* (2010) y GASPAR *et al* (2012) con densidades similares, FRAGA *et al.* (2012) con densidades mayores y VARGAS (2015) con densidades menores; estos valores está relacionado con la rusticidad y adaptabilidad al medio de la tilapia (POPMA y LOVSHIN, 1994).

5.2. Parámetros económicos

Como se observa en el (cuadro 7) se obtuvo mayores beneficios netos por tratamiento de S/. 79.90 y S/. 79.78 y méritos económicos de 84.77 y 65.16 % (cuadro 6) para las densidades de 50 y 70 peces/m³ respectivamente. Así mismo SANDOVAL (2010) encontró resultados similares de beneficio neto por tratamiento, de la misma manera MEJIA (1993) logró un mérito económico de 95.21 % y SIVISACA (2010) obtuvo una utilidad neta/pez de S/. 0.21 y mérito económico de 50.03 %.

Estos resultados pueden ser explicados debido al aprovechamiento de la productividad primaria del estanque (POPMA y LOVSHIN, 1994), reduciendo los costos alimenticios; así mismo el costo de alevinos de tilapia natural son bajos, debido a su temprana maduración sexual y alta proliferación (ALAMILLA, 2002), de tal manera que reduce los costos de inversión (MALCOM, 1986).

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación según las condiciones que se ha realizado; permite deducir las siguientes conclusiones:

1. Se rechaza la hipótesis planteada por que la densidad de 90 peces/m³ no logra los mejores resultados bioeconómicos.
2. La densidad que presentó mejor comportamiento con respecto a los parámetros biométricos por unidad de *Oreochromis niloticus* (Tilapia nilo) en la fase de crecimiento es la densidad de 30 peces/m³.
3. La densidad que presentó mejor comportamiento con respecto a los parámetros biométricos por área de cultivo de *Oreochromis niloticus* (Tilapia nilo) en la fase de crecimiento es la densidad de 70 y 90 peces/m³.
4. El beneficio neto y el mérito económico para la crianza de *Oreochromis niloticus* (tilapia nilo) en la fase de crecimiento resulta siendo favorable la densidad de 50 peces/m³.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar las densidades estudiadas en la fase de engorde para determinar si se mantiene las tendencias encontradas en el presente trabajo.
2. Se recomienda cultivar *Oreochromis niloticus* (tilapia nilotica) en la fase de crecimiento a una densidad de 50 peces/m³, por presentar los mayores parámetros bioeconómicos.
3. Se recomienda realizar estudios de la productividad primaria (fitoplancton y zooplancton) del estanque para correlacionar los resultados de la producción de peces.
4. Realizar trabajos similares en distintas épocas del año.

Effect of four densities of fish stocking in the growth phase on the bioeconomic parameters of *Oreochromis niloticus* (Tilapia).

VIII. ABSTRACT

The research work took place in the “El Encanto de SAIPAI” fish farm, located in the Leoncio Prado province, Huánuco region, Peru. The objective was to determine the effect of four densities of fish stocking on the bioeconomic parameters of *Oreochromis niloticus* (Tilapia). To do so, 960, sixty day old, *Oreochromis niloticus* (Tilapia), in the growth phase, with a live weight of 61.04 ± 0.89 g, were used and distributed, with a completely randomized design, into four treatments with four repetitions. Each experimental unit had 30, 50, 70 and 90 fish/m³; generating the treatments T1, T2, T3 and T4, respectively. The results show that the fish raised at a density of 30 fish/m³ showed better growth weight in weight, apparent food conversion, growth rate in length and survival with 1.68 g/day, 1.33, 0.11 cm/day and 100%, respectively. Meanwhile, fish cultivated at densities of 70 and 90 fish/m³ showed better biomass with 5.12 and 5.41 kg/m³, respectively; however, the fish cultivated at a density of 50 fish/m³ showed greater utility at 84.47%. In conclusion, the stocking density influenced the biologic response of *Oreochromis niloticus* (Tilapia); lesser densities showed greater responses to the biometric parameters, however, higher densities showed greater economic yield.

Keywords: stocking, bioeconomic, alimentation, tilapia, floating cages, growth.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMILLA, H. 2002. Cultivo de Tilapias. [En línea]: Produce, (http://www.produce.gob.pe/mipe/dna/doc/ecologia/enlace/camaron_de_rio.htm#tilapia, documento, 19 mayo 2015).
- BALCAZAR, J., AGUIRRE, A., GOMEZ, G., PAREDES, W. 2004. Culture of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) in marine cages: effects of stocking density on survival and growth, in: 6to internacional symposium on tilapia in aquaculture philippine international convention center Roxas boulevard, Manila, Philippines, september 12 – 16, 479–483 p.
- BOLAÑOS, S. 2003. Estudio de Prefactibilidad para la producción de Tilapia en la Comunidad Santa Marianita de Caliche, Cuenca del Río Mira. Tesis. Ing. Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 24 p.
- CANTOR, A. 2007. Manual de Producción de Tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, Humboldt. México. p 153-243.

- CARDENAS, D. 2012. Crecimiento y supervivencia de tilapia roja hibrida (*Oreochromis spp.*) cultivada en jaulas flotantes en ambiente marino. Tesis. Ing. Ciencias Agropecuarias. Sinaloa, Colombia. Universidad nacional de Sinaloa. 63 p.
- CRUZ, E. y RIDHA, M. 1991. Production of the tilapia *Oreochromis spilurus* gunther stocked at different densities in sea cages, *Rev. Aquacult.* 99(1): 95 – 103.
- FAO. 2007. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Programa de información de especies acuáticas (*Oreochromis niloticus*). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia, p 1- 8.
- FRAGA, L., FLORES, E., REYES, R., LLANES, Y. 2012. Efecto de diferentes densidades de siembra en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. aureus*) en jaulas colocadas en la bahía de Casilda, Cuba. *Rev. Invest. Mar., Cuba.* 32(1): 16-23.
- GÁLVEZ, J. 1995. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural: El cultivo de peces en jaulas. [En línea]: (<http://www.auburn.edu/~clinedj/Spanish%20Publications%20Website/publications/Spanish%20WHAP/GT9%20Jaulas.pdf>, Documentos, 26 mayo 2015).

- GARCIA, A., TUME, J., JUAREZ, V. 2012. Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. Rev.C. y Drillo., México. 15(2): 47-55.
- GASPAR, R., EUCARIO, G., MIGUEL, A. 2002. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. Rev. LAJAR., 40(4): 835-846.
- GÓMEZ, B. 2007. Cultivo de tilapia. Manual para la construcción de jaulas y corrales. SEDAP Jalapa, México, 47 p.
- HUET, M. 1998. Piscicultura de los Perciformes. En su: Tratado de Piscicultura. Madrid, España. Mundi-Prensa. 183 p.
- MALCOM, C. 1986. Piscicultores en jaulas y corrales modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente, FAO. EEUU. Documento técnico de pesca. 50 p.
- MEJIA, P. 1993. Utilización de cuatro diferentes fuentes de nutrientes en el cultivo de tilapia del nilo *Oreochromis niloticus*. Tesis, Ing. Agrónomo. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola panamericana. Honduras. 56 p.

- MENA, A., SUMANO, H., MACIAS, R., 2002. Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia hibrida (*Oreochromis mossamicus* x *Oreochromis niloticus*), cultivadas ajo condiciones de laboratorio, Rev. Vet. México. 33(1): 39 – 48.
- POPMA, T. y LOVSHIN, L. 1994. Cultivo de peces en jaulas. Auburn University. Auburn – EUA. p 1 – 10.
- QUIÑONEZ, D. 2008. Efecto de bacterias acido lácticas y levaduras con potencial Probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* Guasave. Sinaloa, México. 43 p.
- RETA, M. 2008. Curso de cultivo de peces en jaulas flotantes. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Acuicultura Rural integral. Veracruz – México. 12 p.
- RIOS, C. 2009. El factor Fulton. [En línea]: (<http://www.riosclaros.com/t2971-el-factor-fulton>, Documentos, 03 Enero. 2017).
- RNIA. 2014. La Acuicultura, crecimiento sostenido, futuro de la alimentación mundial e importancia para el Perú. [En línea]: http://rnia.produce.gob.pe/index.php?option=com_content&id=245:peru-crecimientoacuicola2013&catid=22:actividades&Itemid=76, Documentos, 08 enero. 2017).

- SANDOVAL, T. 2010. Evaluación de tres densidades de cultivo de *Piaractus brachypomus* (paco) bajo el sistema BVAD (bajo volumen alta densidad) en la laguna los milagros. Tesis, Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú 51 p.
- SIVISACA, L. 2010. Evaluación de cuatro densidades de siembra en engorde de tilapia (*Oreochromis sp.*) en el cantón el Pangui. Tesis, Ing. Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 80 p.
- TOLEDO, S. 2005. Cultivo de tilapia: Experiencia en Cuba. I Taller Seminario de Acuicultura Continental - Especies de Aguas Templadas-Cálidas. Formosa, Argentina. [En línea]: industriaacuicola,(<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>, manual, 12 marzo 2015).
- TORRES, N. y HURTADO, N. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Rev. Orinoquia. 16(1):6 .
- TRIANA, G., GUTIÉRREZ, E., ESLAVA, M. 2013. Rendimiento productivo e hígado graso en tilapia híbrida (*Oreochromis spp*): Influencia de dos fuentes de lípidos. Rev. Redalyc.17(1):183-196.

- VARGAS, V. 2015. Evaluación productiva y económica en la producción de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), utilizando tres raciones alimenticias en el cantón calvas. Tesis Ing. Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. p 61.
- VEGA, V., CORTÉS, L., ZÚÑIGA, M., JAIME, C., GALINDO, L., MAO, E., BASTO, R., NOLASCO, S. 2010. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala, alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México. Rev. Electron.Vet.11(4):15.
- WEDLER, E. y CRUZ, E. 2006, Cultivo intensivo de tilapia roja en encierro con alimentación basada en organismos del medio natural. Alternativa de producción pesquera en una laguna costera tropical sobreexplotada. Rev. Intropic, Santa Marta - Colombia. 3 (01): 21 – 32.

X. A N E X O

Anexo 1. Registro de pesos (g) de *Oreochromis niloticus* (tilapia) del experimento, durante los 60 días de evaluación

Tratamiento	Repetición	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
1	1	61.90	71.91	89.21	121.10	162.38
1	2	61.60	71.85	90.12	124.23	164.91
1	3	62.42	73.74	92.53	127.81	160.82
1	4	61.86	73.43	87.11	127.28	163.13
2	1	59.24	70.16	86.23	114.73	149.1
2	2	60.10	70.32	82.61	111.31	150.5
2	3	60.62	68.83	82.73	115.53	145.3
2	4	61.14	67.61	88.91	116.12	148.1
3	1	62.22	67.72	84.24	105.23	133.54
3	2	60.46	69.10	80.21	103.82	131.52
3	3	60.70	67.91	79.52	102.91	134.73
3	4	60.63	69.12	82.86	104.28	136.91
4	1	62.15	64.80	79.89	93.9	119.42
4	2	60.48	67.53	78.11	99.4	120.2
4	3	60.61	66.51	74.12	94.7	122.81
4	4	60.49	65.82	76.32	94.9	121.83

Anexo 2. Registro de longitud (cm) de *Oreochromis niloticus* (tilapia) del experimento, durante los 60 días de evaluación

Tratamientos	Repetición	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
1	1	10.30	11.60	13.12	14.91	17.50
1	2	10.90	12.00	13.21	15.04	17.30
1	3	10.60	11.62	12.96	14.60	16.90
1	4	9.90	11.00	12.40	14.40	16.82
2	1	10.40	11.50	12.90	14.60	16.90
2	2	10.90	11.80	12.90	14.50	16.50
2	3	9.70	10.90	12.10	13.80	15.90
2	4	11.00	12.00	13.30	14.90	17.00
3	1	10.90	11.90	12.90	14.40	16.40
3	2	11.30	12.10	13.20	14.40	16.30
3	3	10.60	11.50	12.50	13.80	15.60
3	4	9.90	10.80	12.00	13.60	15.50
4	1	10.20	11.10	12.10	13.40	15.20
4	2	10.90	11.70	12.60	13.80	15.40
4	3	10.80	11.50	12.40	13.80	15.50
4	4	10.80	11.60	12.40	13.40	14.80

Anexo 3. Registro de consumo de alimento de *Oreochromis niloticus* (tilapia) del experimento, durante los 60 días de evaluación

Tratamientos	Repetición	Evaluaciones			
		1era. Eval.	2da. Eval.	3era. Eval.	4ta. Eval.
1	1	27.85	64.72	80.29	90.83
1	2	27.72	64.67	81.11	93.17
1	3	28.09	66.37	83.28	95.86
1	4	27.84	66.09	78.40	95.46
2	1	44.43	103.14	126.76	140.54
2	2	45.08	105.48	123.92	139.14
2	3	45.46	103.25	124.10	144.41
2	4	45.85	101.42	133.37	145.15
3	1	65.33	142.21	176.90	184.15
3	2	63.48	143.04	166.03	179.09
3	3	63.73	142.61	166.99	180.09
3	4	63.66	143.08	171.52	179.88
4	1	83.90	174.96	215.70	253.53
4	2	81.64	178.28	206.21	262.42
4	3	81.83	177.58	197.90	252.85
4	4	81.67	177.71	206.06	256.23

Anexo 4. Costos fijos y variable del trabajo de investigación de *Oreochromis niloticus* (tilapia), en la fase de crecimiento, durante los 60 días de evaluación

Costos fijos (S/.)	Tratamiento			
	1	2	3	4
Alevinos de tilapia	12.00	20.00	28.00	36.00
Mano de obra	10.00	10.50	11.00	11.50
Depreciación de las jaulas + estanque	6.43	6.43	6.43	6.43
Gastos total (S/.)	28.43	36.93	45.43	53.93
Costo variables (S/.)				
Alimentación de peces	36.97	57.67	77.00	99.65
Costo total (S/.)	65.40	94.60	122.43	153.58

Anexo 5. Registro de calidad de agua por tratamiento de *Oreochromis niloticus* (tilapia) del experimento, durante los 60 días de evaluación

Parámetros	Unidades	TRATAMIENTOS			
		1	2	3	4
OD	mg/L	7.65	7.62	7.60	7.49
T°	C°	26.64	26.69	26.73	26.76
pH		6.85	6.88	6.88	6.88
Dureza	mg/L	21.50	21.50	21.50	21.50
CO2	mg/L	9.75	9.75	9.75	9.75
Nitrito	mg/L	0.06	0.07	0.07	0.08
Amonio	mg/L	0.06	0.08	0.09	0.10